

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE ECONOMÍA

**Disertación previa a la obtención del título de
Economista**

***Análisis socio – económico y ambiental de la calidad del aire
y del agua en Quito, 2010 – 2012***

José María Cisneros Gallegos

jm.cisneros.g@gmail.com

Directora: Econ. Verónica Artola

vero_103@hotmail.com

Quito, junio de 2013

Resumen

El estudio de las condiciones del medio ambiente en Quito analiza la complementariedad entre el enfoque normativo del desarrollo sustentable y la perspectiva positiva de la economía del bienestar. Se recopiló información actual sobre múltiples variables clave en el manejo económico, social y ambiental de la ciudad (gobierno, industrias, empleo, suelo, transporte, energía, agua potable, demografía, vivienda, pobreza, salud, educación, geografía, riesgos, desechos y ruido), con la finalidad de establecer un diagnóstico de la sostenibilidad del sistema urbano de la capital. Este panorama mesoeconómico sirve como base para profundizar en el estudio de las externalidades en el uso del aire y del agua. Se esbozan finalmente conclusiones sobre el desempeño económico, social y ambiental del Distrito y las recomendaciones para la mejora de la calidad del aire y del agua.

Palabras clave: Medio ambiente urbano, sostenibilidad, externalidad, contaminación, regulación, Distrito Metropolitano de Quito.

A mi familia, por ser parte esencial de quien soy y de quien quiero ser.

***Análisis socio – económico y ambiental de la calidad del aire y del agua en
Quito, 2010 – 2012***

Introducción	8
Metodología de trabajo	10
Fundamentación teórica	12
El desarrollo sustentable	12
Economía del bienestar	21
 Perfil económico, social y ambiental de Quito	
Análisis económico.....	29
Gobierno municipal.....	29
Industrias y actividad económica	31
Empleo	33
Uso del suelo	35
Transporte	38
Energía.....	40
Agua potable	43
Desempeño económico del DMQ	45
Análisis social.....	47
Demografía.....	47
Hogares y viviendas.....	48
Pobreza e inequidad.....	51
Educación	53
Salud	54
Desempeño social del DMQ.....	56
Análisis ambiental.....	58
Geografía.....	58
Riesgos ambientales.....	60
Desechos sólidos	62
Ruido	67
Desempeño ambiental del DMQ.....	68

La contaminación del aire y del agua en Quito

Las externalidades del aire y del agua	70
El aire como un recurso común	70
El agua como un bien público y un recurso común	71
La regulación ambiental	73
Norma del aire.....	73
Norma del agua	76
Los mecanismos de control.....	78
Aire	79
Agua.....	80
La contaminación ambiental.....	80
Aire	80
Agua.....	88
Salud ambiental	93
Aire	93
Agua.....	97
Conclusiones.....	100
Recomendaciones	104
Referencia bibliográfica.....	106

Índice de gráficos y tablas

Gráfico 1: El problema de los comunes, el caso de la pesca.....	23
Gráfico 2: Producción socialmente efectiva	24
Gráfico 3: Impuestos pigouvianos.....	26
Gráfico 4: Subsidios para reducir la contaminación	27
Gráfico 5: Concentración acumulada en 30 días de partículas sedimentables	82
Gráfico 6: Promedios anuales PM_{10}	83
Gráfico 7: Percentil 98 de los promedios anuales de $PM_{2.5}$	84
Gráfico 8: Concentraciones diarias máximas de SO_2	84
Gráfico 9: Concentraciones horarias máximas de CO	85
Gráfico 10: Concentraciones octohorarias máximas de O_3	86
Gráfico 11: Concentraciones medias de NO_2	87
Gráfico 12: Concentraciones medias de C_6H_6	87
Gráfico 13: Incidencia de IRA por edad.....	95
Gráfico 14: Incidencia de IRA en áreas de salud y hospitales públicos, grupo 0 a 14 años	96
Gráfico 15: Incidencia de EPOC por edad	96
Gráfico 16: Incidencia de varias formas de tuberculosis por edad.....	97
Gráfico 17: Incidencia de varias formas de tuberculosis en las áreas de salud y hospitales públicos .	97
Gráfico 18: Incidencia de EDA por edad	99
Gráfico 19: Incidencia de EDA en las áreas de salud y hospitales públicos	99
Tabla 1: Tipología de los bienes públicos.....	22
Tabla 2: Presupuesto del MDMQ.....	30
Tabla 3: Límites de contaminantes en el aire según la NCAA.....	75
Tabla 4: Límites de contaminantes en el aire según la GCA	76
Tabla 5: Objetivos intermedios de la GCA	76
Tabla 6: Factores indicativos de contaminación de aguas residuales	78
Tabla 7: Cargas promedio de contaminantes en las descargas al río Machángara	91
Tabla 8: Cargas promedio de contaminantes en las descargas a los ríos Monjas y Villorita.....	92
Tabla 9: Cargas promedio de contaminantes en las descargas a los ríos San Pedro y Guayllabamba .	93

Abreviaciones

AS: Área de Salud	INEC: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos
AZ: Administración Zonal	IRA: Infección Respiratoria Aguda
BID: Banco Interamericano de Desarrollo	LCCC: Laboratorio Central de Control de Calidad
BM: Banco Mundial	LPCCA: Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental
CAF: Corporación Andina de Fomento	MDMQ: Municipio del Distrito Metropolitano de Quito
CAN: Comunidad Andina de Naciones	MEM: Mercado Eléctrico Mayorista
CCP: Clasificación Nacional Central de Productos	NBI: Necesidades Básicas Insatisfechas
CENACE: Centro Nacional de Control de la Energía	NCAA: Norma de Calidad del Aire Ambiente
CENEC: Censo Nacional Económico	NRA: Norma Calidad Ambiental y Descarga de Efluentes:
CEPAL: Comisión Económica Para América Latina	Recurso Agua
CEPIS: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente	OCT: Organización Científica del Trabajo
CIU: Clasificación Internacional Industrial Uniforme	OMM: Organización Meteorológica Mundial
CNPV: Censo Nacional de Población y Vivienda	OMS: Organización Mundial de la Salud
CONELC: Consejo Nacional de Electricidad	ONU: Organización de las Naciones Unidas
CORPAIRE: Corporación para el Mejoramiento del Aire de Quito	ONU – HABITAT: Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos
DMQ: Distrito Metropolitano de Quito	OPS: Organización Panamericana de la Salud
DPS: Dirección Provincial de Salud de Pichincha	PANE: Patrimonio Nacional del Estado
ECV: Encuesta de Condiciones de Vida	PEA: Población Económicamente Activa
EDA: Enfermedad Diarreica Aguda	PET: Población en Edad de Trabajar
EEQ: Empresa Eléctrica Quito	PGDT: Plan General de Desarrollo Territorial
EMASEO: Empresa Pública Metropolitana de Aseo	PMOT: Plan Metropolitano de Ordenamiento Territorial
EMGIRS: Empresa Pública Metropolitana de Gestión Integral de Residuos Sólidos	PNUD: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
ENDEMAIN: Encuesta Demográfica y de Salud Materna e Infantil	PNUMA: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
ENEMDU: Encuesta Nacional de Empleo, Desempleo y Subempleo	PTAR: Planta de Tratamiento de Aguas Residuales
EPA: Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos	PUOS: Plan de Uso y Ocupación del Suelo
EPI-2: Formulario de Notificación Obligatoria de Enfermedades de Vigilancia Internacional	REMMAQ: Red Metropolitana de Monitoreo Atmosférico de Quito
EPM: Empresa Pública Metropolitana	SDC: Sistema Distrital de Centralidades
EPMAPS: Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento	SIISE: Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador
EPMMOP: Empresa Pública Metropolitana de Obras Públicas	SINAGAP: Sistema de Información Nacional de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca
EPOC: Enfermedades Pulmonares de Obstrucción Crónica	TULA: Texto Unificado de Legislación Ambiental
ERMAU: Evaluación Rápida del Medio Ambiente Urbano	C ₆ H ₆ : Benceno
ETS: Enfermedad de Transmisión Sexual	CO: Monóxido de carbono
EUED: Encuesta Urbana de Empleo y Desempleo	CO ₂ : Dióxido de carbono
FIC: Factor Indicativo de Contaminación	COV: Compuestos Orgánicos Volátiles No Metánicos
FMI: Fondo Monetario Internacional	DBO: Demanda Bioquímica de Oxígeno
GCA: Guías de Calidad del Aire	DQO: Demanda Química de Oxígeno
GLP: Gas Licuado de Petróleo	NH ₃ -N: Nitrógeno amoniacal
IDG: Índice de Desarrollo relativo al Género	NKT: Nitrógeno Kjeldahl Total
IDH: Índice de Desarrollo Humano	NO ₂ : Dióxido de nitrógeno
IG – EPN: Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional	NO _x : Óxidos de nitrógeno
	O ₃ : Ozono
	PM ₁₀ : Material particulado menor a 10 µm
	PM _{2.5} : Material particulado menor a 2.5 µm
	SO ₂ : Dióxido de azufre

Introducción

Históricamente se ha concebido la importancia de estudiar el funcionamiento de las ciudades a partir de varias disciplinas, debido a la complejidad inherente de los sistemas urbanos. Así, después del Congreso Internacional de Americanistas de 1966, se publicó el primer estudio de los procesos de urbanización en el continente; allí se recogieron los aportes de los científicos sociales que participaron, cuyos perfiles académicos provenían de varias disciplinas como arqueólogos, antropólogos, lingüistas, historiadores, etnólogos, economistas, filósofos, sociólogos, politólogos e ingenieros. El resultado fue una recopilación de trabajos con diversos enfoques, generando por primera vez un estudio multidisciplinario de los fenómenos urbanos en América Latina (Comas, 1974).

Desde entonces, entidades privadas, organismos públicos e instancias internacionales han profundizado el estudio de las ciudades, concluyendo que el crecimiento urbano latinoamericano es acelerado, pero afecta desigualmente a los países (CEPAL, 2000). Durante el siglo XX, la población urbana creció a un ritmo promedio de 45% cada 25 años. A inicios del siglo XXI, la población en la ciudad en el mundo representó 47% y en Latinoamérica 77%. Aunque para 1950 existían tres países con predominancia de la población urbana – Argentina, Uruguay y Chile –, en el 2000 la población de 18 de 22 países era mayoritariamente urbana (Lattes, 2000).

Las tendencias de la urbanización en el continente se vieron replicadas en el Ecuador, en donde aún en años recientes se ha constatado un crecimiento urbano acelerado. Según datos del INEC, mientras que la población rural creció en 14% entre 2001 y 2010, la población urbana aumentó en 22%. La provincia de Pichincha registró un crecimiento de la población de 34% y 3% en los dos períodos intercensales, hasta alcanzar una tasa de urbanización del 68% en 2010. Así, las ciudades en el Ecuador han adquirido un peso demográfico importante, lo que les otorga una mayor atracción.

Dado el ritmo de crecimiento y la concentración poblacional en la ciudad, surge la inquietud de conocer las limitaciones de este crecimiento. Según O'Sullivan (2003), la ciudad se define como un lugar en donde la densidad demográfica alcanza tasas mayores que las áreas periféricas, siendo un espacio en donde se concentran personas, actividades, infraestructura, flujos y capital, que genera atracción e influencia desde otras áreas.

En las ciudades del país se ha podido notar, al mismo tiempo de la expansión poblacional, un cambio en las condiciones de vida y un empeoramiento de la calidad del medio ambiente urbano. El problema de la contaminación del aire en las ciudades ecuatorianas se debe entre 60% y 70% al tráfico urbano (Mentefactura, Ecolex y SCL Econometrics, 2007), causando costos a la población afectada, principalmente costos de restauración de la salud. Otro problema de la sostenibilidad ambiental en la ciudad es la contaminación del agua, que en algunos casos presenta cargas contaminantes 20 veces mayores a las disposiciones legales (ídem).

Según P. Krugman y R. Wells (2006:6), un problema económico surge cuando existe un conflicto entre las necesidades ilimitadas de la población frente a unos recursos limitados. El medio ambiente urbano es un recurso limitado, que abastece de bienes y servicios ambientales de vital importancia

como son el aire, el agua y otros (Azqueta, 2007), cuya importancia radica en el desarrollo de las actividades humanas y el crecimiento de las personas. Este medio natural en la ciudad debe ser utilizado con racionalidad y preservado para el uso de las generaciones futuras, que según la legislación nacional, tienen el mismo derecho de gozar de los bienes y servicios ambientales. Así, la contaminación no es solamente un problema económico, sino que también es un problema de sostenibilidad.

Esta investigación responde a la necesidad de identificar los principales problemas que tienen relación directa con la calidad del medio ambiente urbano de la ciudad de Quito, principalmente con la calidad del aire y del agua. De esta forma se puede llevar a cabo una evaluación de la sostenibilidad de la ciudad, recogiendo datos y hechos reales acerca del funcionamiento de la ciudad. Así, se propone un razonamiento de base para la elaboración de políticas urbanas eficientes.

En el primer capítulo, se estudiará las condiciones económicas, sociales y ambientales en las que se desenvuelve el sistema urbano capitalino. La recolección y el análisis de los datos permitirán esclarecer los principales problemas en el manejo sostenible de la ciudad de Quito. En el segundo capítulo se indagará sobre la calidad ambiental en la ciudad. Mediante el estudio diferenciado del aire y del agua, se hará un estudio de las externalidades así como de los mecanismos de regulación y monitoreo ambiental del Distrito. A pesar de que la regulación ambiental limite la contaminación en el aire y en el agua, existe una polución persistente. Por último, se esbozarán algunas conclusiones y recomendaciones para la mejora de la calidad ambiental en Quito.

Metodología de trabajo

Para llevar a cabo la presente investigación acerca de la calidad del aire y del agua en Quito, se partió del problema anteriormente descrito, bajo la forma de la pregunta general, que es:

- ¿Cuál es la calidad del aire y del agua en la ciudad de Quito de 2010 – 2012?

De esta pregunta general derivan las siguientes preguntas específicas que serán los pilares para la elaboración de la disertación:

1. ¿Cuál es el perfil económico, social y ambiental de la ciudad de Quito en los años 2010 – 2012?
2. ¿Qué variables socio-económicas y ambientales presentan los mejores desempeños en años recientes?
3. ¿Qué variables socio-económicas y ambientales tienen un comportamiento problemático en la sostenibilidad ambiental de la ciudad en el período 2010 – 2012?
4. ¿Qué recomendaciones de política pueden hacerse para la mejora de la calidad del aire y del agua en la ciudad?

Estas preguntas son las guías para la construcción del análisis y de los capítulos, que al ser formulados de forma afirmativa, son los objetivos de la investigación. Así, el objetivo principal es:

- Estudiar la calidad del aire y del agua en la ciudad de Quito para los años 2010 a 2012.

Además, los objetivos específicos de la investigación son:

1. Elaborar el perfil económico, social y ambiental de la ciudad de Quito del 2010 al 2012.
2. Identificar las variables socio-económicas y ambientales que presentan los mejores desempeños y tienen un rol positivo en la sostenibilidad ambiental de Quito.
3. Estudiar las variables socio-económicas y ambientales que muestran un comportamiento problemático en la sostenibilidad ambiental de la ciudad en el período 2010 – 2012.
4. Elaborar recomendaciones de política para la mejora de la calidad de agua y del aire en la ciudad.

Dado que esta pesquisa tiene un carácter descriptivo y explicativo, se procedió a la recolección de datos existentes acerca de variables de interés. Para la elaboración de un diagnóstico sobre la calidad ambiental en la ciudad, se tiene que recopilar “un conjunto de señales para orientar la toma de decisiones y llegar a la consecución de objetivos y metas determinados” (Quiroga, 2010:7), que son recogidos en los sistemas de información. Desde la Conferencia de Río en 1992 se han llevado a cabo numerosos esfuerzos en este camino, uno de estos es la Metodología de Evaluación Rápida del Medio Ambiente Urbano del Banco Mundial.

Según N. von Einsedel (2000:1), “la información disponible sobre las condiciones ambientales, la interacción entre el desarrollo urbano y los ecosistemas, y la configuración empresarial que existe para responder a los problemas ambientales en las ciudades del mundo en desarrollo son insuficientes”. Los intentos en desarrollar la información para la toma de decisiones se ha visto limitada por cuatro factores: la exclusión de variables claves en el manejo ambiental, la construcción de perfiles exclusivos para zonas o sectores de la ciudad, la falta de recursos para desarrollar una investigación intensa y multidisciplinaria, y la inexistencia de un marco analítico para la comparación entre ciudades. Consecuentemente, la información disponible era incompleta para los tomadores de decisiones.

La metodología de ERMAU fue concebida como un instrumento para el diagnóstico del manejo ambiental urbano, resaltando los avances y las urgencias en un período determinado. La redacción de los perfiles de la ciudad de estudio permite identificar las tendencias y los factores que influyen en la calidad del medio ambiente. Esta metodología se construyó para el uso por parte de gobiernos locales, municipalidades y organizaciones investigativas, ya que proporciona un enfoque integral de diagnóstico para la determinación de problemas y soluciones a una amplia gama de problemas ambientales (von Einsedel, 2000:4). Está compuesta de tres etapas principales, que son:

- La compleción de un cuestionario sobre datos ambientales urbanos;
- La preparación de un perfil urbano ambiental, utilizando los datos del cuestionario y asistencia en la investigación de los investigadores locales, y
- La discusión de los resultados a través de una serie de consultas, que culminan en un taller público para tratar las urgencias resaltadas en el perfil.

La presente investigación se fundamenta en la elaboración de las dos primeras etapas de la metodología. En el primer capítulo se recoge el análisis de los datos y los perfiles económico, social y ambiental de Quito en los años 2010 a 2012. El segundo capítulo plantea el estudio de los datos relevantes al estado de la contaminación en la ciudad, tanto del aire como del agua.

Fundamentación teórica

El estudio de las condiciones materiales y humanas de la ciudad obedece a un proceso histórico respecto al desarrollo y al mercado. Por una parte, el desarrollo actual no puede ser concebido sin sus antecedentes históricos, para lo que se indagará en un primer tiempo sobre los lineamientos más importantes de la teoría del desarrollo en la historia económica del siglo XX. Por otra parte, respecto al funcionamiento de los mercados, la economía del bienestar plantea la existencia de fallas en el sistema que deben ser reguladas para permitir el desarrollo. Estas relaciones entre el mercado y el medio ambiente serán el tema a tratar en la segunda parte de la fundamentación teórica.

1. El desarrollo sustentable

La economía del desarrollo, al contrario de la economía neoclásica, es estrictamente normativa¹. Esta rama de la economía estudia los sistemas económicos desde una perspectiva del deber ser, considerando los objetivos, los medios, las normas y los ideales tanto políticos como sociales. Esta concepción se opone a los planteamientos neoclásicos, que responden a una necesidad de entender y formalizar el funcionamiento económico desde un punto de vista más objetivo.

J. Harris (2000) explica la teoría del desarrollo desde su concepción histórica, tomando en cuenta los principales procesos económicos del siglo XX. Primero, el desarrollo fue determinado por el modelo de crecimiento lineal de las naciones hasta la crisis sistémica de los años 1970. Entonces, surgió una preocupación a nivel internacional sobre cómo desarrollar a los países menos avanzados, particularmente América Latina. Por último, concepciones más recientes del desarrollo proponen un equilibrio entre la economía, la ecología y el sistema social.

Teoría del desarrollo por etapas

En 1960, W. Rostow publicó el primer enunciado de la teoría del desarrollo lineal de las naciones². En el llamado “Manifiesto Anti – Comunista”, todos los países del mundo han pasado o en algún punto de la historia deberían pasar por diferentes etapas del desarrollo, excluyendo así la necesidad de incurrir a una revolución socialista. Las diferentes etapas son las siguientes:

- *Sociedad tradicional*, en donde la estructura económica se fundamenta en el sector primario, con tecnología limitada y una estructura social rígida;
- *Creación de las condiciones previas al despegue*, con un comercio exterior basado en la demanda externa de materia prima y productos primarios, inversión en infraestructura y cambios en el paisaje, mayor diversidad tecnológica, estructura social cambiante y desarrollo de una identidad nacional con intereses económicos en común;
- *Despegue*, en donde algunas industrias logran economías de escala, el sector secundario se desarrolla liderado por industrias textiles;

¹ Backhouse (1991), citado en Harris (2000)

² Rostow (1960), citado en Harris (2000)

- *Camino a la madurez*, con una diversificación de la base industrial, desplazamiento de la inversión en bienes de capital hacia los bienes de consumo, rápido crecimiento del transporte y la infraestructura, inversión pública en infraestructura social;
- *Era del consumo masivo*, en donde la base industrial domina a la economía, consumo generalizado de bienes de consumo con alto valor, ingreso disponible que supera las necesidades básicas.

Rostow plantea así un modelo de crecimiento para todas las naciones del mundo, que tiene como punto culminante la sociedad de consumo. Este modelo se fundamenta en el buen funcionamiento de los mercados, lo que permitiría la satisfacción de las necesidades de la población. Para entender la estructura económica que sirvió de base para el postulado del crecimiento lineal, se debe estudiar los pilares de la expansión europea del siglo XX, que son el fordismo y el keynesianismo.

Fordismo

El estudio de la producción fue un tema abordado por el primer economista, Adam Smith en 1776, al observar la transformación manufacturera de hueso en agujas. Según M. Vigezzi y J. Masson (2008:19), la gestión de recursos en la empresa había sido empírica hasta el diseño de la *Organización Científica del Trabajo* de F. W. Taylor.

La OCT es el primer estudio científico formal que busca un óptimo en la distribución de tareas y responsabilidades dentro de la empresa. El sistema de producción en línea ya había sido adoptado en fábricas en Estados Unidos al momento de los estudios de Taylor – que se dieron entre 1915 y 1920–, como es el caso de Singer (máquinas de coser), McCormick (alimentos) y Colt (armamento). Taylor fue encargado de observar los procesos productivos y encontrar soluciones para la ociosidad de los trabajadores y el bajo rendimiento industrial.

Según Vigezzi y Masson (2008: 20), Taylor propuso que los intereses del trabajador y del empresario deben converger mediante tres principios. El primero es la organización vertical del trabajo, que implica que el trabajo manual de ejecución esté separado del trabajo intelectual de concepción. Se traduce en una división jerárquica entre los obreros especializados y los ingenieros; el trabajo intelectual, como requiere de mayor preparación, es correspondido con una mayor remuneración. El segundo principio es la división horizontal del trabajo, mediante la cual cada obrero debe realizar una tarea puntual y precisa dentro de la cadena productiva; es la base de las cadenas de producción en las fábricas de Ford. Un obrero se especializa en un movimiento, que debe hacer de la mejor manera posible según los estudios de los ingenieros, en un tiempo preciso que es controlado por cronómetros y en un tiempo impuesto por la máquina. Por último, el tercer principio es el salario al rendimiento: el trabajo embrutecedor de los obreros es compensado con dinero, que es la única fuente de motivación. El salario al rendimiento considera diferencias marginales en los tiempos de ejecución, de manera que el tiempo sea utilizado de manera óptima y descartando la posibilidad de vagancia.

Henry Ford implementó la OCT en la fábrica de automóviles de Highland Park, Illinois, para la producción en masa de la *Ford T*. Vigezzi y Masson (2008:23) afirman que esta implementación constituye el despegue del fordismo como modelo de producción. Si bien las formas cambiaron con

el tiempo, los principios de división del trabajo, remuneración por rendimiento y productividad se mantuvieron en el tiempo.

Durante los años 1920, el fordismo empezó a dar frutos (Soule, 1947). La adopción de la OCT fue generalizada en los productos de consumo masivo como automóviles, radios y teléfonos. El retorno de los soldados de la Primera Guerra significó una mayor mano de obra disponible para las empresas, que aumentaron su capacidad productiva. Estados Unidos fue la nación más rica, en donde la producción y el consumo en masa dieron forma a la sociedad de esa época (Dean, 2003).

Sin embargo, el crecimiento de los años 1920 provocado por la expansión de la oferta no fue sostenible durante la década siguiente (Schumpeter, 1946). Los precios cayeron luego del crack de la bolsa de Nueva York de 1929. La producción industrial de bienes de consumo masivo disminuyó en 73% entre 1929 y 1932, en el mismo período en que la tasa de desempleo pasó de 5% a 23%. La producción industrial internacional tuvo un recorte del 36% en los años mencionados. Esta deficiencia del fordismo permitió visualizar que el crecimiento de la oferta requiere de una expansión igual de fuerte del lado de la demanda, lo que es retomado por J. M. Keynes en 1936.

Keynesianismo

Según Boncoeur y Thouément (1994), Keynes explica la crisis por una insuficiencia de la demanda efectiva. El desempleo involuntario generalizado se dio por una ausencia de gasto en la economía, mediante una contracción de la demanda global. Así, Keynes contradice la Ley de Say que afirma que la oferta crea su propia demanda. El gasto de consumo nace de la percepción de ingresos monetarios de los hogares generados a su vez de la producción, por lo que la producción es la que se ajusta a la demanda y no vice versa. El nivel del empleo depende también de la producción, que a su vez es determinada por la *demanda efectiva*.

Según Marglin (1991), la estructura macroeconómica keynesiana funcionó en torno a dos principios. Por una parte, la demanda agregada debe mantenerse lo suficientemente dinámica para que la economía pueda utilizar tanto trabajo y capital que su capacidad productiva lo permita. La producción en masa permitía una utilización intensiva de los factores de producción, generando ingresos mayores para los obreros y los empresarios. El gobierno debía asegurar la infraestructura productiva para las empresas, así como mejoras en las condiciones de salud de la población. En Estados Unidos se adoptó el New Deal de Roosevelt entre 1933 y 1936, que mediante la construcción de vías públicas y ferrocarriles aseguró una recuperación del empleo y del crecimiento.

Por otra parte, el segundo principio establece que el flujo de inversión debe permitir un crecimiento elevado del stock de capital. Es decir que en el tiempo, la demanda de inversión y la oferta de ahorro deben mantenerse en equilibrio. La reconstrucción de Europa y Japón implicó un crecimiento demográfico, con el tiempo las nuevas generaciones aseguraban la liquidez de la economía y el retiro de las generaciones de la guerra. Un mayor ingreso generó un mayor consumo, pero también un mayor ahorro. Según Vigezzi y Masson (2008:108) los fondos para la inversión fueron ampliamente cubiertos, generando una expansión de la frontera de producción.

De esta forma, el modelo keynesiano entró en vigor, manteniendo economías dinámicas por el consumo, la inversión y el gasto.

Los “Treinta Gloriosos”

Los tres decenios posteriores a la Segunda Guerra Mundial marcaron un período de crecimiento excepcional, empleo y transformaciones económicas y sociales profundas (Boncoeur y Thouément, 1994). Las ganancias de la productividad generaron márgenes sin precedentes para los empresarios y mejores salarios para los obreros, quienes aseguraron que la producción de masa tenga un consumo de masa. Pronto, las naciones capitalistas de la Guerra Fría adoptaron el fordismo como un buen modelo a seguir en las industrias de armamento, siderurgia, manufactura, ensamblaje de autos y maquinaria, etc. Así, el crecimiento de los países industrializados occidentales fue del 5% por año. Para 1960, el modelo de Rostow parecía haberse cumplido en los países occidentales.

La aplicación de principios de Ford y Keynes contribuyó a esta expansión económica mundial sin precedentes (Marglin, 1991). Durante los años de la Segunda Guerra, los países comunistas generaron una expansión de la industria del armamento y otras industrias relacionadas bajo la lógica de la organización productiva y el crecimiento por el gasto público. Después de la guerra, los principios keynesianos fueron generalizados para los países en reconstrucción, es decir Europa del Oeste, Estados Unidos y Japón. Según Marglin (1991:6) la dominación de Estados Unidos en la escena internacional permitió el crecimiento mediante inversiones en armamento para posteriores combates de la Guerra Fría, como las invasiones a Corea en 1950 – 1953 y Vietnam en 1955 – 1975.

Según Harris (2000:1), la cuestión del desarrollo de las naciones nació como una inquietud después de la Segunda Guerra Mundial, cuando se dio un cambio de políticas y percepciones del sistema económico y social. El derrumbe del colonialismo puso de relieve la necesidad de responder a las necesidades de la población de manera integral para todos los países. En el transcurso de la Guerra Fría (1946 – 1991), el capitalismo y el socialismo se enfrentaron para demostrar su superioridad, de forma que el sistema vencedor sería capaz de llevar a todas las naciones del mundo hacia el desarrollo. Así, la desintegración del bloque del Este en la última década del siglo XX se vio reflejada en la adopción del capitalismo como sistema económico imperante.

La conformación de la *estructura institucional mundial* participó activamente en la difusión del modelo de crecimiento lineal (Boncoeur y Thouément, 1994). En un contexto de crecimiento demográfico, la política económica mundial estuvo orientada hacia el aumento de los estándares de vida en la población del mundo. La adherencia progresiva de los países a las instituciones mundiales como la ONU fue una señal de la incorporación de estos países al bloque capitalista, en donde el desarrollo era concebido mediante el modelo de Rostow.

En síntesis, el crecimiento lineal como principio del desarrollo fue el modelo a seguir para las naciones del mundo desde vísperas de la Segunda Guerra. La implementación de principios fordistas y keynesianos llevaron a los países vencedores a una expansión económica sin precedentes. La pobreza experimentada durante la crisis de los años 1930 fue superada mediante formas de producción y consumo masivas. El crecimiento centrado en la industria tuvo repercusiones en la expansión de los mercados internacionales, y en la difusión progresiva del modelo de desarrollo al resto del mundo. Sin embargo, en Asia, África y América Latina, los países no habían experimentado un crecimiento igual que Europa y Estados Unidos, por lo que se replanteó la necesidad de establecer un lineamiento para sacar a los países del subdesarrollo.

El desarrollo en América Latina

Durante la década de 1970, se sucedieron dos crisis importantes a nivel mundial – 1972 y 1979 – que pusieron en cuestionamiento los postulados keynesianos. Se defendió la racionalidad de los agentes y la eficiencia del mercado en la asignación de recursos, dando paso al resurgimiento de las teorías neoclásicas (Vigazzi, 2008:123). La intervención estatal en la economía fue criticada y radicalmente suprimida en países como Inglaterra y Estados Unidos, en donde la crisis había afectado a los niveles de empleo y producción.

Necesidades básicas y estructuralismo

Al final de la década de 1970, se introdujo a la educación, la nutrición, la salud, la sanidad y el empleo pobre dentro de la noción del desarrollo. Según Streeten et al. (1981), la noción de crecimiento lineal no era una garantía para la solución de la pobreza en los países en vías de desarrollo. Dicha concepción sirvió de inspiración para la construcción del Índice de Desarrollo Humano del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Las instituciones internacionales, defendiendo intereses de Estados Unidos y Europa, se encargaron de difundir estos nuevos paradigmas incorporados al concepto de desarrollo para las naciones.

Buscando resolver el retraso de las economías de América Latina, se diseñaron las políticas de *ajuste estructural* que conceptualizaron otro desarrollo para estos países. Según Pacheco (2009:447), las políticas estructuralistas nacen a partir de la crisis de 1974 con el pensamiento de Keynes a la base, cuya elaboración es desarrollada por la Comisión Económica Para América Latina de las Naciones Unidas. La industria era sinónimo de desarrollo, por lo que para salir del subdesarrollo, América Latina debía industrializarse. Es así que se plantea el esquema de Industrialización mediante Sustitución de Importaciones, con resultados insuficientes en los países del continente (Pacheco, 2009:451). Mediante el otorgamiento de créditos destinados a infraestructura y grandes proyectos, el FMI diseñó una receta de políticas de recorte de gasto, disminución de impuestos a la producción y liberalización de las actividades económicas que los países deudores tendrían que adoptar, además de los compromisos de pago de la deuda. La reestructuración sería necesaria para que los países puedan despegar hacia un grado de desarrollo mayor.

Así, durante los años 1970, América Latina estaba al centro del debate sobre el desarrollo. El desarrollo fue concebido una vez más como sinónimo del crecimiento económico, con algunos matices introducidos por el PNUD principalmente. Dichos organismos moldearon la política económica latinoamericana y del Ecuador durante las décadas siguientes, mediante el enfoque del neoliberalismo.

Neoliberalismo y crisis del modelo del desarrollo

Las instituciones internacionales, bajo tutela del Banco Mundial y del Fondo Monetario Internacional, lograron hacer del *neoliberalismo* un fin en sí, mas no un medio para alcanzar un propósito mayor³. Báez (2010) traza la historia del neoliberalismo en el Ecuador, asegurando que todos los gobiernos desde 1992 hasta la actualidad han sido impotentes frente a las presiones de las instancias internacionales. Así, las rentas petroleras, ahorros fiscales y ganancias productivas fueron

³ Dávalos (2010), citado en Báez (2010:263)

direccionados directamente al pago de una deuda que se perpetuaba. El país estaba bajo la dictadura de los mercados financieros extranjeros (Báez, 2010: 146).

El desarrollo concebido en los últimos cincuenta años ha expuesto sus limitaciones. Si bien el crecimiento lineal permite explicar las diferencias entre las naciones, las brechas entre países pobres y ricos han sido ampliadas, generando una polarización de las sociedades y un aumento de la clase media global. En los países en vía de desarrollo, los problemas mayores son evidentes en la estructura social y en la destrucción de la naturaleza (CEPAL, 2010).

Para el nuevo siglo, es necesario redefinir el desarrollo. Autores críticos como R. Norgaard (1994) afirman que “el modernismo ha traicionado el progreso” en la medida que los problemas culturales, naturales y organizacionales se han multiplicado en lugar de reducirse, poniendo en peligro la subsistencia de las generaciones por venir. Harris (2000) plantea que esta redefinición debe ser un nuevo planteamiento de los objetivos y de los medios del desarrollo. El crecimiento lineal de las naciones es inadecuado en el mundo del siglo XXI, en donde el ecosistema planetario ha mostrado evidencias científicas de su agotamiento (Harris, 2000).

Definiendo el desarrollo sustentable

La Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente presentó el reporte denominado “Nuestro Futuro Común”, también conocido como *Informe Brundtland*, en el cual se da una primera definición de lo que es el desarrollo sustentable. Este concepto es entendido como “el desarrollo que satisface las necesidades del presente sin poner en compromiso la capacidad de las generaciones futuras a satisfacer sus necesidades” (ONU, 1987).

Según Holmberg (1992), el desarrollo sustentable se concibe desde tres perspectivas, que son la económica, la social y la ecológica, que mantienen relaciones complejas entre sí. Las herramientas analíticas que han sido desarrolladas hasta el presente permiten estudiar equilibrios en un solo sistema: en palabras de Norgaard (1994:22), “solamente se puede maximizar un objetivo a la vez”. Además, el desarrollo antiguo de las naciones ha sido perjudicial para los sistemas sociales y el medio ambiente, por mantener una visión estrictamente económica sobre los hechos que afectan a la sociedad en general. Es por esto que es importante, según Harris (2000), estudiar los problemas del desarrollo desde diferentes perspectivas, mediante un *enfoque multidisciplinario*.

Primer pilar del desarrollo sustentable: lo económico

En términos operacionales, H. Daly (1991) afirma que el desarrollo sustentable debe permitir la conservación del *capital natural*, que se define como el conjunto de los recursos naturales y los servicios ambientales del planeta (Harris, 2000). Su conservación obedece a dos reglas para los recursos renovables y no renovables: en el caso de los primeros, se debe limitar el consumo para permitir el ritmo de reproducción de los mismos, y en el caso de los segundos, la regla es reinvertir las ganancias de explotación en capital natural renovable. Daly (1991) resalta igualmente la importancia de mantener el stock de capital natural per cápita, lo que supone un crecimiento moderado de la población.

Desde la perspectiva neoclásica, la sostenibilidad puede definirse como la maximización del bienestar en el tiempo. El *bienestar* debe precisarse entonces en función de varios elementos del

desarrollo humano como son el acceso y la calidad de alimentos, las condiciones de vivienda, el transporte, el ambiente, la salud, la educación, entre otros criterios.

El desarrollo conlleva el problema de *asignación eficiente* de recursos en el tiempo. La asignación intergeneracional ha requerido la adopción de una tasa de descuento como principio de valoración de los recursos, mediante la cual se puede interpretar analíticamente la urgencia o prioridad del presente sobre el futuro (Harris, 2000). Este principio es problemático, ya que puede justificarse la extinción de recursos si la tasa de descuento muestra que es necesario para la satisfacción de necesidades presentes (Daly, 1991). Además, asume que eventualmente todos los recursos naturales serán consumidos o explotados, descartando cualquier posibilidad de conservación de la naturaleza (Harris, 2000).

La teoría neoclásica no plantea razones para la conservación del capital natural en el tiempo. J. Hartwick (1977) y R. Solow (1986) plantearon que el consumo de recursos no renovables puede mantenerse o incrementarse siempre y cuando las rentas de la explotación sean invertidas en capital reproducible. Así, no se requiere mantener un stock de capital natural como establece Daly, es suficiente que tanto el capital natural como el capital reproducible sean sustitutos. Al contrario, Daly (1991) defiende que el capital reproducible y capital natural son complementarios y marginalmente sustitutos. Según la regla de Hartwick, la deforestación de una zona para la implementación de la fábrica genera beneficios, siempre y cuando el valor económico de los bosques explotados sea menor que el de la fábrica. El capital natural tiene una importancia especial y única, que le distingue del capital hecho por el hombre.

Según Harris (2008), la dimensión económica del desarrollo sustentable puede explicarse mediante adaptaciones de la teoría keynesiana. Recordando la ecuación de la demanda agregada, el producto Y está determinado por el consumo C , la inversión I , el gasto del gobierno G y la balanza comercial $X - M$:

$$Y = C + I + G + (X - M)$$

La aproximación ecológica de la macroeconomía requiere un reconocimiento de los *límites físicos* al crecimiento, lo que implica según Daly (1991) alcanzar un “estado estable” – o “estado estacionario” – de la producción Y . Esto implica que se deben generar cambios en el comportamiento de las variables de la ecuación. A nivel global, no existe una solución para el sector comercial externo $X - M$, ya que la suma de las balanzas comerciales de los países debe dar cero. Los cambios en el consumo C es incierto porque supone modificaciones en el comportamiento del consumidor. Cambios en el nivel de inversión I es igualmente complicado porque se requiere que las empresas decidan producir más sin que las ventas aumenten necesariamente (por los cambios en C). Por último, el gasto del gobierno G sería encargado de mantener el crecimiento del producto y del empleo en el país, pero tal grado de protagonismo otorgado al gobierno es problemático, además de los daños ambientales que puede generar.

No existe una receta respecto al desarrollo sustentable. Para establecer el equilibrio económico, la teoría neoclásica propuso una estructura económica que ignora el medio ambiente. Frente a las críticas que se han hecho al sistema económico, las soluciones planteadas no parecen satisfacer todos los criterios para alcanzar un desarrollo económico sustentable. El debate sigue inconcluso.

Segundo pilar del desarrollo sustentable: lo ecológico

Los límites físicos juegan un rol importante en la ciencia ecológica. Según C. S. Holling (1994:84), existen dos axiomas en las ciencias biológicas y ambientales: todos los organismos son capaces de producir en abundancia, y existen límites de *tiempo, espacio y energía* a los cuales se chocan los organismos vivos. Desde la perspectiva ecológica, el crecimiento perpetuo del consumo y de la población es limitado por las leyes físicas.

Daly (1991:256) propone que uno de los principios para alcanzar la sostenibilidad es “limitar la escala humana a un nivel que, si bien no es el óptimo, está al menos dentro de la capacidad de carga y, por lo tanto, sostenible”. La *capacidad de carga* es una noción de la ecología humana que establece que el crecimiento de una especie se ve soportado por la dotación de alimentos, agua, hábitat y otros elementos necesarios que son puestos a disposición por el ecosistema en el que se desarrolla (Gallopín, 2003:28). Esta dotación de recursos no es ilimitada, por lo que un ritmo de crecimiento que no toma en consideración la escasez de los recursos no es sostenible y pone en peligro la reproducción del ecosistema y de la misma especie. La capacidad de carga puede establecerse para el ecosistema planetario (Gallopín, 2003:29), en la medida que el crecimiento acelerado y sostenido de la economía y de la población es potencialmente peligroso para la reproducción de las condiciones de vida adecuadas para la especie humana. Gallopín (2003:30) sugiere una limitación a la escala de la producción, del consumo y de la población, con la finalidad de asegurar una sostenibilidad de los ecosistemas y de la especie humana.

Otro aspecto que el funcionamiento económico debe considerar en la sostenibilidad es la *resiliencia* de los ecosistemas. Harris (2000:13) enuncia el tercer axioma de Holling, ratificando que la diversidad genética está a la base de la resiliencia de los ecosistemas, lo que puede explicarse como la capacidad de los ecosistemas a mantener su integridad en el tiempo a pesar de factores externos que le afecten. Por ejemplo, un ecosistema forestal que ha sido invadido por una peste puede recuperarse mediante el incremento de la población de predadores y posiblemente una mejora genética en las especies afectadas (Harris, 2000:15). Los patrones de respuesta son variados, pero la plenitud del ecosistema se mantiene en el tiempo. A la base de la resiliencia se encuentra la variedad de especies y sus interacciones, que proveen un reservorio de formas genéticas para el potencial de adaptación a las condiciones cambiantes.

Contrariamente a la percepción económica, el hombre no está al centro de las actividades naturales. Según Common y Perrings (1992:7-34), las concepciones de sostenibilidad, diferenciadas como “sostenibilidad de Solow” y “sostenibilidad de Holling”, tienen oposiciones fundamentales, eliminando la posibilidad de un punto de encuentro entre eficiencia económica neoclásica y sostenibilidad ecológica.

La importancia de la perspectiva ecológica reside en los problemas ambientales que ahora surgen directamente de procesos productivos y demográficos. La formación de “zonas muertas” en áreas costeras, la volatilidad climática, la disrupción de ecosistemas por la introducción de especies y el resurgimiento de enfermedades por resistencia a antibióticos son algunos ejemplos de los impactos de la actividad humana en el ambiente (Harris, 2000). Esto significa que los procesos económicos deberán ajustarse no solamente a las necesidades humanas sino también a las necesidades del ecosistema planetario. Common y Perrings (1992:112) sugieren que la perspectiva de sostenibilidad

económica y ecológica debe privilegiar las necesidades sistémicas por sobre de las necesidades individuales.

Así, no es evidente concebir una integración entre economía y ecología; es por esto que el desarrollo sustentable considera un tercer pilar, que es lo social. El desarrollo tradicional no ha podido responder a la creciente inequidad social, por lo que es importante definir los lineamientos para la mejora de las condiciones de vida de toda la población.

Tercer pilar del desarrollo sustentable: lo social

El desarrollo humano fue una inquietud de los primeros economistas. Como afirma A. Sen (1996), la equidad en la satisfacción de las necesidades básicas fue una preocupación inicial que impulsó el análisis económico. Con el tiempo y el nacimiento de nuevas interpretaciones de la economía, el propósito del desarrollo humano fue desviado hacia el crecimiento, la generación de ingresos y finalmente la opulencia.

Es importante volver a *centrar* el desarrollo humano en la teoría económica, reconociéndolo como un proceso multidimensional (Harris, 2008). El PNUD (1994) afirma que los modelos de desarrollo que perpetúan las inequidades no son sostenibles y no vale la pena ser transmitidos a generaciones futuras. La pobreza y los problemas ambientales van de la mano, como muestran los procesos de urbanización en el Ecuador. Es así que las soluciones al desarrollo deben ser abordadas desde las relaciones de causalidad que existen entre la sociedad, la economía y la ecología.

En el ámbito social, el discurso del desarrollo debería despojarse de la visión modernizadora del Occidente, heredada del siglo anterior (Harris, 2000). Esto significa precisamente que el desarrollo sustentable debe ser democrático, descentralizado y pluralista; manteniendo un escepticismo respecto a modelos preestablecidos. En esta misma lógica, se han trazado nuevos lineamientos para el desarrollo de las naciones. Así, en estudios recientes, instituciones internacionales como el Banco Mundial (2010) han demostrado la importancia del capital social, el rol de la descentralización y la democracia participativa en el desempeño económico. Además, dicho organismo ha desarrollado indicadores particulares del desarrollo como son los “ahorros genuinos”, que valora el verdadero ahorro en un país después del descuento por el agotamiento de recursos naturales y los daños causados por contaminación.

Nuevos retos y nuevas políticas

El desarrollo tradicional ha sido concebido como un proceso de crecimiento lineal y uniforme hacia la sociedad moderna de consumo. El crecimiento industrial y la satisfacción equitativa de las necesidades humanas han sido contruidos como procesos disociados, ambos con impactos crecientes en el medio ambiente (Harris, 2000). Aunque la conservación de la naturaleza es fundamental para la sostenibilidad de los sistemas humanos y económicos, los mercados han probado ser depredadores de los recursos naturales. El nuevo desarrollo debe concebirse en la equidad social, la satisfacción de las necesidades básicas de toda la población y la sostenibilidad de los ecosistemas.

La economía del desarrollo es normativa, como tal no impone recetas para la construcción del desarrollo, pero requiere de criterios éticos para el establecimiento de los objetivos y medios de los

procesos del desarrollo. A. Durning (1992) sugiere que un mejor ideal de desarrollo puede concebirse con niveles moderados de consumo, instituciones sociales fuertes y un medio ambiente saludable. Según Harris (2000:20), el desarrollo sustentable no supone una posición extrema, sea del lado tecnológico o del lado conservacionista. Esto quiere decir que la adopción de políticas debe obedecer a una visión general y equilibrada de los tres sistemas.

Por último, Sen (1999) propone una concepción del desarrollo basado en la *libertad*. El bienestar humano es el fin y el medio para el desarrollo, en el cual el ser humano ocupa la posición central. Afirma que “las libertades no sólo son los fines primarios del desarrollo, sino también forman parte de los medios principales” (Sen, 1999:10). Así, el desarrollo es concebido como un proceso de expansión de las libertades. Las trabas al cumplimiento efectivo de las libertades individuales son obstáculos al desarrollo de una nación. Esta definición del desarrollo permite establecer una visión amplia del mismo, que no únicamente se enfoca en la satisfacción de las necesidades básicas (salud, alimentación, vivienda, educación), pero también en otros factores que impiden las libertades individuales (discriminación, seguridad, calidad de vida, etc.).

2. Economía del bienestar

Enunciada por A. C. Pigou en 1920, la economía del bienestar es una rama de la economía neoclásica que estudia los diferentes estados de la economía bajo el ángulo del bienestar social. La economía del bienestar retoma el principio de óptimo social enunciado por V. Pareto en 1896, quien declaró que en Italia 80% de la tierra era propiedad del 20% de la población, principio que sería reconocido universalmente como el principio de Pareto.

De esta constatación surge la noción del *óptimo social* que, según Boncoeur y Thouément (1994), afirma que la sociedad no se encuentra en una situación de bienestar si existe una asignación de recursos que permite acrecentar la satisfacción o el bienestar de ciertos individuos sin afectar el bienestar de otros. La competencia perfecta juega un rol fundamental en el bienestar, lo que fue demostrado mediante la formulación de dos teoremas. El primer teorema afirma que las condiciones de competencia perfecta dan lugar a asignaciones eficientes en el sentido de Pareto. El segundo teorema es recíproco del primero, aseverando que un estado en donde se alcanzó el óptimo de Pareto se cumplen los supuestos de competencia perfecta.

La economía del bienestar retoma igualmente las ideas acerca de la intervención del Estado desarrolladas por Adam Smith. Smith (1776) afirmó que la búsqueda del interés individual contribuye a la construcción del bienestar de la sociedad, mediante una asignación eficiente de los recursos en la economía, lo que sería conocido como la *mano invisible*. De esta manera, el Estado asume un rol mínimo en la economía: es incorrecto pensar que los gobernantes sean capaces de conocer lo que es mejor para todos los individuos de la sociedad, por lo que toda forma de planificación estatal y control serían perjudiciales al bienestar individual y social. Sin embargo, no niega la necesidad de la existencia de un Estado; es más, Smith (1776) criticó la postura mercantilista que defendía la ausencia total de leyes sobre la economía y el comercio para el enriquecimiento individual. Es importante que el Estado adopte un rol regulador del comportamiento de aquellos individuos que actúen en contra del bienestar social (Smith, 1776). La economía del bienestar retoma la percepción de un estado regulador para desarrollar las situaciones puntuales en las que se debe justificar una intervención estatal, es decir situaciones en las que la mano invisible no funciona.

Fallas de mercado

Las fallas de mercado son las situaciones en la que se requiere la intervención del Estado. Siendo la propiedad privada la base de la economía de mercado, la primera intervención sería necesaria para proteger la propiedad y asegurar el cumplimiento de los contratos entre los agentes. Los contratos son acuerdos que toman la forma de transacciones económicas y cuyo cumplimiento determina los precios en la economía. En este sentido, el Estado debe participar para asegurar la protección de la propiedad privada y el cumplimiento de los contratos, generando un funcionamiento correcto de los mercados (Stiglitz, 2003).

Stiglitz (2003:91) explica las situaciones en donde el mercado presenta fallas. Cuando no se satisfacen las condiciones de competencia perfecta, está justificada la intervención del estado en el mercado.

Bienes públicos no puros

Azqueta (2007:40) traza una tipología de los bienes en función de dos criterios económicos, que son la rivalidad y la exclusión. La *rivalidad en el consumo* se refiere a la situación en la que si un individuo decide consumir el bien, impide el consumo del mismo bien por otra persona. Los bienes privados se caracterizan por la rivalidad en el consumo, mientras que los bienes públicos puros no generan este tipo de restricción (Stiglitz, 2003). Es el caso de la Defensa nacional, ya que en tiempos de guerra, la protección que ofrece el ejército cubre a todos los ciudadanos del país defendido por igual.

La *propiedad de no exclusión* se refiere a la posibilidad de excluir a un individuo de los beneficios del consumo de dicho bien, sin incurrir en grandes costos. Stiglitz (2003:150) explica que si la exclusión es imposible, el sistema de precios también lo es. La no exclusión en el consumo elimina cualquier incentivo a pagar, ya que el bien es accesible para todos los individuos por igual. Recíprocamente, el precio habilita la posibilidad de exclusión, por lo que todos los bienes privados son excluyentes en el consumo.

Tabla 1: Tipología de los bienes públicos

	Exclusión	No exclusión
Rivalidad	Bienes privados	Recursos comunes de libre acceso
No rivalidad	Bienes públicos con congestión, bienes de club	Bienes públicos puros

Fuente: Azqueta, D. (2007) *Introducción a la Economía Ambiental*

Elaboración: José María Cisneros Gallegos

Algunos bienes pueden cumplir con una de las dos propiedades de los bienes públicos. En estas situaciones surgen fallos de mercado que están a la base de la ineficiencia, como es el caso de la televisión por cable. Una persona puede ver televisión sin afectar cualquier otra persona que también quiera hacerlo – no rivalidad –, pero para acceder al consumo tiene que pagar por el decodificador – exclusión –. El servicio de televisión por cable, al presentar no rivalidad en el consumo, debería tener precio cero. Sin embargo, al suprimir la posibilidad de exclusión, se eliminan también los incentivos de los proveedores a producir el servicio. La eliminación del precio como

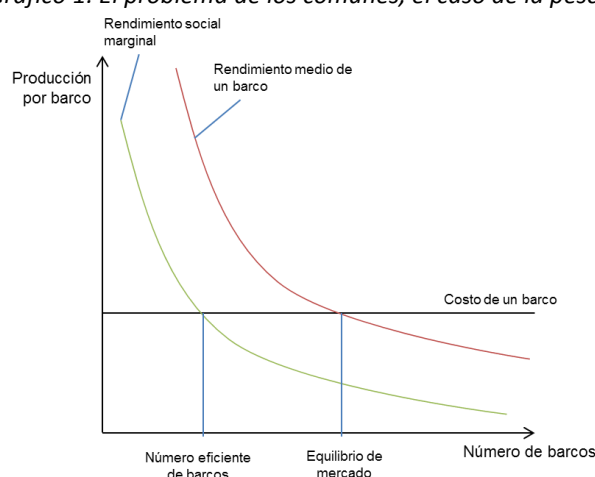
medio de exclusión en el consumo provoca situaciones de suministro insuficiente, en los cuales la oferta no provee en niveles suficientes a la demanda, generando ineficiencia.

En este caso, se debería eliminar el precio y transformar el servicio de televisión por cable en un bien público puro, que presente no rivalidad y no exclusión. Esto implicaría no únicamente eliminar los incentivos privados para producir este bien, pero igualmente requeriría de un tercer agente, el Estado, capaz de asumir la producción de este servicio para toda la sociedad. Así, en presencia de bienes públicos impuros, también conocidos como bienes de club, es importante que el Estado intervenga para restaurar el buen funcionamiento del mercado.

Recursos comunes de libre acceso

En el caso en que existe rivalidad en el consumo pero no hay barreras de acceso (no exclusión), el bien es un *recurso común de libre acceso*. Según Azqueta (2007:47), el problema de los bienes comunes surge precisamente del libre acceso, es decir que todos los individuos que quieren gozar del bien pueden hacerlo sin restricciones. Considerando la pesca en un lago, la cantidad de peces que se encuentran en el cuerpo de agua permite la generación de beneficios elevados para los primeros barcos pesqueros. Otros pesqueros identifican la posibilidad de generar ganancias elevadas al pescar en el mismo lago, es decir que los nuevos pesqueros decidirán entrar a pescar dado que buscan percibir el mismo beneficio generado por los primeros barcos. Dado que no se restringe la cantidad de barcos pesqueros –libre acceso–, el número de barcos aumenta. La cantidad de peces en el lago permanece constante, por lo que el aumento de los barcos pesqueros provoca una disminución de la cantidad de peces en el lago y de la pesca promedio de cada barco. Consecuentemente, los beneficios generados son menores cada vez que un barco entra a pescar en el mismo lago, sin mencionar que se pone la pesca excesiva pone en riesgo la reproducción de los peces.

Gráfico 1: El problema de los comunes, el caso de la pesca



Fuente: Stiglitz, J. (2003) *Economía del sector público*

Elaboración: José María Cisneros Gallegos

En este caso, el equilibrio de mercado es ineficiente. Los barcos pesqueros tienen una aproximación tanto del costo como del beneficio que les implica la pesca en un lago en saturación, pero son mal calculados. Por una parte, el beneficio marginal esperado es igual al beneficio medio de los primeros

barcos; es decir que el barco nuevo ingresa al lago porque tiene la expectativa de conseguir una pesca por lo menos igual a la de los primeros barcos. Por otra parte, el costo marginal privado no considera el costo de agotamiento de los peces. Así, los barcos que no tienen restricciones en acceder al lago lo hacen bajo una noción incorrecta del costo – beneficio.

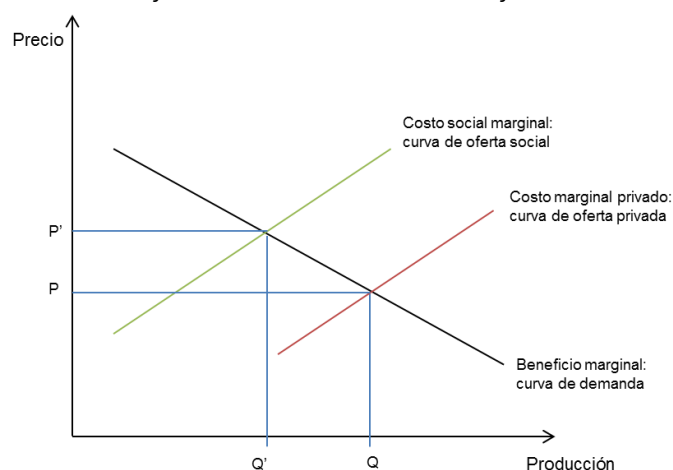
En la realidad, al ingresar un barco nuevo, el beneficio social marginal es menor que la captura media de cada barco. El equilibrio privado del barco pesquero nuevo iguala el costo privado al rendimiento medio, que es muy superior al equilibrio social. La existencia de recursos comunes requiere de una regulación estatal, que en el caso de la pesca se traduciría en una limitación al número de barcos pesqueros.

Externalidades

El fallo de mercado más relevante para el estudio de fenómenos económicos y ambientales es la presencia de *externalidades*. Stiglitz (2003:248) explica que las externalidades son las acciones de una persona o empresa que afectan a otras personas o empresas, por las que el agente receptor no paga ni es pagado. Las externalidades nacen cuando un agente impone un costo a otros (personas o empresas) pero no las compensa – externalidades negativas –, o cuando una empresa genera un beneficio a terceros, pero no recibe ninguna retribución a cambio – externalidades positivas –.

La presencia de externalidades genera ineficiencia en el funcionamiento de los mercados. Considerando los costos de las externalidades, se puede estimar un costo social marginal de la producción, que valore tanto costos productivos como costos externos. En el caso de la contaminación, el costo privado toma en cuenta los costos productivos, directos y contables, pero no son los únicos costos. A nivel de la sociedad, la generación de contaminación en procesos productivos implica una serie de costos que deberán ser cubiertos por otros agentes: la contaminación del aire genera costos de salud a la población, que no es retribuida por los agentes contaminantes. Así, los costos sociales son superiores a los costos privados de producción, por lo que el óptimo social se encuentra en una cantidad producida menor al equilibrio privado.

Gráfico 2: Producción socialmente efectiva



Fuente: Stiglitz, J. (2003) *Economía del sector público*

Elaboración: José María Cisneros Gallegos

La presencia de externalidades en el mercado impide el funcionamiento eficiente del mismo (Stiglitz, 2003). Los efectos externos negativos impiden que el costo total de la actividad sea cargada al individuo que los genera, por lo que las externalidades negativas se realizan en exceso. Al contrario, las externalidades positivas generan beneficios que no son percibidos en su totalidad por los individuos que las producen, por lo que se realizan demasiado pocas. La intervención del Estado como un ente regulador es necesaria, para lo que a continuación se esboza brevemente las maneras en las que la economía del bienestar propone resolver las fallas del mercado.

Cómo resolver las fallas de mercado

Las fallas del mercado están relacionadas entre sí. Stiglitz (2003:101) explica que no son mutuamente excluyentes, es decir que es frecuente encontrar que un mercado no funcione correctamente por la presencia de múltiples fallas. Por ejemplo, los mercados de los bienes públicos no puros y de los recursos comunes generan más externalidades que los mercados privados, además que se encuentra frecuentemente que estos mercados tengan fallas en la información.

La intervención del Estado tendría como objetivo entonces la mejora en el sentido de Pareto. Stiglitz (2003:102) plantea que es importante probar que la intervención estatal ayudará a alcanzar dicha mejora, mediante las intervenciones concretas que permitirán corregir el fallo. Las fallas del mercado son principios teóricos para identificar las situaciones en las que el Estado debería intervenir en la economía, pero es importante tener en cuenta que el proceso político permite una diferencia sustancial entre el objetivo declarado de remediar el fallo y el diseño de las herramientas.

Las fallas de mercado consisten en soluciones privadas y soluciones del Estado, que son caracterizadas a continuación.

Soluciones privadas sin intervención del Estado

Stiglitz (2003:251) plantea que una manera de solucionar las externalidades consiste en *internalizar* los costos de los efectos externos. Esto consiste principalmente en crear unidades económicas lo suficientemente grandes para que la mayoría de las externalidades ocurran dentro de la unidad. G. Hardin (1968) afirma que la “tragedia de los comunes” puede ser solucionada mediante una reasignación de los derechos de propiedad. Una vez asignada la propiedad a un solo agente (Estado, empresa o persona), la venta de los derechos de propiedad reduce la brecha entre los costos privados y los costos sociales. El teorema de Coase (1960:1-44) afirma que siempre que existen externalidades, las partes afectadas pueden unirse y llegar a un acuerdo para internalizar la externalidad y así garantizar la eficiencia (Stiglitz, 2003). Concretamente, se crea la posibilidad de internalizar costos mediante acuerdos sociales, cooperación y compensación económica.

En la realidad, la acción colectiva no es un medio eficiente para internalizar efectos externos (Stiglitz, 2003:255). Por una parte, las externalidades positivas implican la provisión de un bien o un servicio público, cuyo costo de provisión puede ser muy elevado aún para grupos y comunidades, lo que requiere de un poder mayor estatal. Además, aunque la acción colectiva permita la provisión eficiente, pueden darse comportamientos de *free-rider*, en los que algunos individuos decidan no pagar su parte ya que está cubierta por otros. Por otra parte, la eficiencia de las acciones colectivas puede verse afectada por asimetrías en la información e incertidumbre. Esto es un problema grave cuando se debe compensar a los afectados por las externalidades, ya que se tiende a exagerar los

daños causados. Por último, los costos de transacción de la acción colectiva pueden llegar a ser importantes, como los generados en el sistema judicial. En síntesis, las soluciones privadas que excluyen la intervención estatal, se ven frenadas por comportamientos de free – rider, información incompleta, costos de transacción e incertidumbre (Stiglitz, 2003).

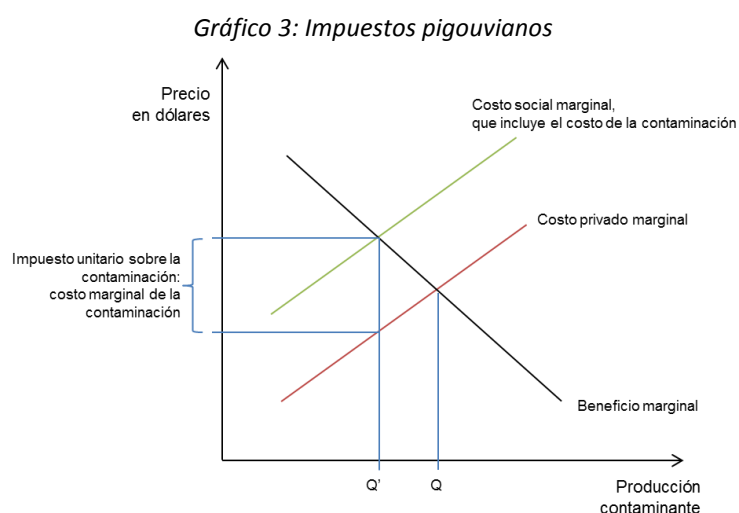
Intervención estatal en el mercado

Según Stiglitz (2003:257) la intervención del Estado en el mercado debe buscar influir en los *incentivos* para conseguir resultados económicamente eficientes. Es decir, los costos externos tienen que ser tomados en cuenta por las empresas para llegar al equilibrio social óptimo.

Impuestos pigouvianos

Recordando el análisis de Pigou (1918), se puede cobrar la diferencia entre el costo de producción privado y el costo social a las empresas que producen externalidades. Esta suma de dinero permitiría que los costos de la empresa se eleven hasta alcanzar el costo social, corrigiendo las fallas del mercado. Este tipo de impuestos o tasas son denominados impuestos correctores o *impuestos pigouvianos*.

Las externalidades serían reducidas mediante un mayor costo a las empresas contaminantes. El impuesto funciona como una obligación a compensar por los daños causados. Los incentivos que se crean obligan a la empresa a considerar una reducción de la producción, pero sobre todo un cambio en los procesos productivos que permita reducir los costos totales. De esta manera, se consigue una reducción de la contaminación así como una transición hacia modelos de producción más sostenibles.

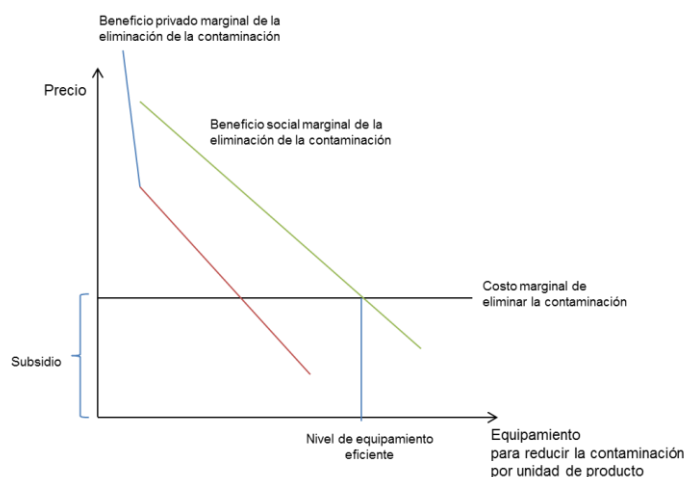


Subvenciones y subsidios

La reducción de la contaminación es un proceso costoso, por lo que si no existen incentivos para reducirla, las empresas deciden seguir contaminando. El Estado puede *subvencionar* los gastos en los que incurren las empresas para reducir la contaminación, y el monto de dicha subvención sería la diferencia entre el beneficio social marginal de reducir la contaminación y el beneficio privado

marginal de la empresa. El principal inconveniente surge del hecho que este tipo de subvención no permite alcanzar el óptimo social. Las subvenciones permiten reducir el costo social marginal de la producción, pero también reduce el costo privado marginal. Consecuentemente, las empresas producirán más eficientemente, sin tomar en cuenta los costos sociales de la contaminación generada.

Gráfico 4: Subsidios para reducir la contaminación



Fuente: Stiglitz, J. (2003) *Economía del sector público*

Elaboración: José María Cisneros Gallegos

Permisos transferibles

Los permisos transferibles son soluciones limitan la cantidad de contaminación que puede emitir cualquier empresa. Estos permisos son otorgados con la finalidad de reducir la cantidad total de contaminación, es por esto que las empresas pueden optar por comprar y vender los permisos en los denominados *mercados de carbono*. Las empresas venden los permisos de contaminación siempre y cuando su precio de mercado sea mayor al costo marginal de reducir la contaminación. En condiciones de equilibrio, cada empresa reducirá la contaminación hasta alcanzar un costo marginal de la reducción (el costo de reducir una unidad adicional de polución) que sea igual al precio de mercado del permiso transferible. Bajo el supuesto de que el costo marginal de la reducción de la contaminación es el mismo para todas las empresas, este instrumento funciona en la misma lógica que los impuestos pigouvianos.

La ventaja para el Estado se encuentra en que los permisos permiten generar un nivel controlable y conocido de contaminación. Esta capacidad no existe para las multas e impuestos pigouvianos. En ese caso, el nivel de la contaminación total se reduce en cantidades desconocidas, además que es igualmente desconocido el costo marginal de la reducción de la contaminación. El principal problema de los permisos transferibles nace de las asignaciones iniciales. El establecimiento del nivel de contaminación plantea el problema de la equidad entre las empresas. Así, el nivel puede ser adecuado para unas empresas, mientras que para otras puede ser excesivo o insuficiente.

Regulación directa

La *regulación directa* involucra la intervención del Estado para reducir o limitar las externalidades. Estos instrumentos pueden tomar formas diversas. Por lo general, se pueden identificar instrumentos legales, jurídicos y regulaciones basadas en los resultados, reglamentaciones sobre el uso y el estado de los factores de producción, etc.

Las regulaciones basadas en los resultados se establecen con la finalidad de alcanzar un nivel total de contaminación. En este caso, al Estado le interesa que las empresas no traspasen un límite de contaminación total. Las regulaciones basadas sobre los factores implican que el Estado norme los factores de producción y las prácticas de contaminación, permitiendo un mejor control de la contaminación. Este tipo de regulaciones puede afectar a ciertos procesos dentro de la cadena de producción, así como la emisión de ciertos contaminantes en el agua o en el aire.

La regulación es un instrumento controversial por su *eficiencia*. La ventaja que se defiende tiene que ver con la reducción de la incertidumbre, lo que no es logrado con las multas. Sin embargo, no es una solución que permita establecer un óptimo social en los niveles de contaminación (Stiglitz, 2003). Además, las empresas que podrían contaminar menos de lo permitido no lo hacen por falta de incentivos.

Otras soluciones

En la presencia de restricciones a la contaminación o a los métodos de producción, se crean incentivos a realizar innovaciones (Stiglitz, 2003). Existe un debate importante respecto a la mejor manera de fomentar la *innovación* para la sostenibilidad. Algunos puntos de vista ecologistas defienden que los incentivos económicos no son incentivos reales a la innovación, es una manera de obligar a las empresas al cambio. Es decir que las innovaciones estarán dictaminadas por las restricciones medioambientales: por ejemplo, la regulación que dictamine que los automóviles no pueden gastar más de 6 litros por día obligará a las empresas fabricantes a crear modelos que cumplan dichas restricciones, con un motor de 6 litros por día.

Existen otros métodos para inducir una modificación en los niveles de contaminación, como es la obligación de las empresas a *revelar información* científica sobre los productos y los procesos productivos. De esta manera, el consumidor puede estar mejor informado sobre los productos más contaminantes y decidir qué producto comprar. El Estado puede mejorar el control de los procesos mediante la difusión pública de esta información. El mercado se encargaría de escoger a las empresas más sostenibles, llegando al óptimo social. Muchos opositores afirman que se puede constituir un alarmismo falso en la población generado por el Estado. Es decir, la interpretación de esta información puede ser fuente de distorsiones en los consumidores. Stiglitz (2003:268) afirma que los criterios científicos y los criterios del consumidor son diferentes al momento de catalogar productos contaminantes.

Habiendo establecido los fundamentos teóricos de la investigación, en el primer capítulo se procede al análisis de los datos recogidos, en las dimensiones económica, social y ambiental del funcionamiento de la ciudad de Quito.

Perfil económico, social y ambiental de Quito

La elaboración de los perfiles urbanos implica la recolección de información existente sobre varios aspectos claves en su funcionamiento – tanto económico, social como ambiental –, con la finalidad de esclarecer las relaciones entre la ciudad y el medio ambiente. La metodología de Evaluación Rápida del Medio Ambiente Urbano (Banco Mundial, 1994) contempla el estudio de las siguientes variables del funcionamiento de la ciudad:

- Información socio – económica,
- Condiciones de vivienda,
- Condiciones de salud,
- Medio ambiente natural,
- Uso del suelo,
- Transporte urbano,
- Uso de la energía,
- Polución del aire,
- Polución por ruido,
- Agua y saneamiento, y,
- Desechos sólidos y peligrosos.

A continuación se presenta el análisis de la información recolectada, enfatizando los principales avances y problemas en el perfil al final de cada sección. Se agruparon estas variables en tres grupos, que son las tres perspectivas del desarrollo sustentable: económico, social y ambiental. Esta agrupación se dio con la finalidad de permitir un mejor entendimiento del funcionamiento de las tres esferas del desarrollo urbano.

1. Análisis económico

Dentro del análisis económico se contempla el estudio de las siguientes variables: gobierno municipal, industrias, empleo, uso del suelo, transporte, energía y agua potable.

1.1 Gobierno municipal

Dentro del manejo municipal, es importante considerar el presupuesto y los principales programas y proyectos para el desarrollo de la ciudad, indagando sobre la importancia del sector ambiente en la política económica.

Presupuesto

Al año 2012, el Municipio del Distrito Metropolitano de Quito percibió un total de ingresos de \$663'280.162 (dólares corrientes). De estos ingresos, las transferencias de capital constituyeron el 50,1% del total, 19,7% fueron impuestos, 12% provino de financiamiento público y 18% de otras fuentes.

El MDMQ tuvo un total de gastos de \$646'371.342 (dólares corrientes). Las transferencias para inversión tuvieron un peso del 47,2% mientras que el gasto en personal para inversión representó 15,3% y los bienes y servicios de consumo para inversión fueron 8,7%; otros gastos constituyeron 28,8%.

Dentro del período de estudio, el año 2012 generó un superávit primario, a diferencia de los años anteriores. Para el año 2012, el superávit representó 2,4% de los ingresos totales.

Tabla 2: Presupuesto del MDMQ

	2010	2011	2012
Ingresos	427,280,442.37	532,522,954.12	662,265,162.00
Gastos	437,230,780.21	538,137,463.61	646,371,342.00
Balance primario	-9,950,337.84	-5,614,509.49	15,893,820.00

Fuente: Fernández (2013) Resumen liquidación presupuesto 2012

Elaboración: José María Cisneros Gallegos

Planes y programas en ejecución

Durante el período 2011 – 2016, el MDMQ ha asignado un monto de aproximadamente \$1.364'165.800 para los programas y proyectos del desarrollo de la ciudad (Novillo y Herrera, 2012). Los programas más importantes por su monto presupuestado son:

- *Fortalecimiento institucional*, con 30% del total, se ejecuta en 63 instituciones municipales;
- *Nueva infraestructura vial y repotenciación de la red principal*, con 18,6%, es llevada a cabo por la EPM de Movilidad y Obras Públicas;
- *Transferencias y obligaciones futuras* de la Administración General, con 5,3%; y,
- *Desarrollo del Metro de Quito*, con 4% del monto total para proyectos, llevado a cabo por las EPM de Movilidad y Obras Públicas y la EPM de Transporte de Pasajeros.

Conjuntamente, estos programas representan 57,9% del monto presupuestado para programas durante el período. Es importante recalcar que los programas plurianuales tienen una asignación mayor, como es el caso del programa para la *Nueva infraestructura vial y repotenciación de la red principal*.

Los programas ambientales fueron identificados dentro del listado de planes y programas del MDMQ 2011 – 2016, así se identificó una asignación presupuestaria que suma en conjunto 2,9%. Entre estos constan el *Saneamiento y manejo de laderas* (2,4%); *Prevención y control de la contaminación* (0,1%); *Forestación, reforestación y ornamentación de parterres y aceras* (0,1%); *Manejo y control de fauna urbana para el DMQ* (0,1%); *Forestación y reforestación del entorno*

natural del DMQ (0,1%). Además se suman otros programas con asignación menor a 0,1% que son: Construcción y manejo participativo de las áreas verdes urbanas; Sensibilización, participación, acción ciudadana en cambio climático y Pacto Climático de Quito; Plan Ambiental Distrital; Buenas prácticas ambientales y voluntariado verde; Plan de Acción Cambio Climático; Quito Verde; Áreas de conservación, ecosistemas frágiles y especies emblemáticas, y uso sustentable de la diversidad biológica.

Considerando la asignación para programas por sector, se destaca que los proyectos para *Ambiente* tuvieron 4% de la asignación total. Los sectores más importantes fueron *Movilidad* (41,8%), *Territorio, Hábitat y Vivienda* (20%), *Administración General* (10,5%) y *Seguridad y Gobernabilidad* (6,9%). Al contrario, los sectores con menor asignación presupuestaria fueron *Planificación* (0,2%), *Control* (0,4%), *Alcaldía* (0,7%) y *Comunicación* (0,7%).

Así, la importancia presupuestaria del sector ambiente es menor a otros sectores, tanto en relación a los programas como a la asignación por sectores. Otra variable de estudio son las industrias, ya que el aparato productivo es clave al estudiar el perfil económico de la ciudad.

1.2 Industrias y actividad económica

Según la Clasificación Nacional de Actividades Económicas del INEC (2012:2), una industria es “el conjunto de todas las unidades de producción que se dedican primordialmente a una misma clase o a clases similares de actividades productivas”. A su vez, la actividad económica es “cualquier proceso mediante el cual se obtiene bienes y servicios que cubren las necesidades”, las mismas que pueden ser principales o secundarias. Las principales son las que aportan mayor valor agregado y cuyos productos resultantes son productos principales o subproductos; mientras que las actividades económicas secundarias son “actividades independientes que generan productos destinados en última instancia a terceros y que no es la actividad principal” (INEC, 2012:2).

El Distrito cuenta con 101.937 empresas. Cabe recalcar que 13,8% de las empresas del DMQ realizan actividades secundarias. Se estudia a continuación su repartición entre los sectores económicos así como su distribución espacial en el Distrito.

Sector primario

El Censo Nacional Económico reveló una influencia muy débil de las actividades primarias – entendidas como actividades para la extracción de los recursos – en la actividad del DMQ, con 0,2% de los establecimientos. De estas empresas, 58,9% se dedican a actividades de *agricultura, ganadería, caza y actividades de servicios conexas*. El 21,5% son empresas que prestan *servicios de apoyo para la explotación de minas y canteras*, mientras que 13,3% hacen *extracción de petróleo crudo y gas natural*. Del total de empresas que realizan una actividad secundaria, el 0,1% la hace en el sector primario.

Los productos primarios tienen un peso relativo del 1,2% del total de productos elaborados. Los productos más importantes son los *productos de la agricultura, la horticultura y la jardinería comercial* (0,6%), *animales vivos y productos animales (excepto carne)* (0,3%) y *petróleo crudo y gas natural* (0,2%).

Para las parroquias de Mariscal Sucre, Nayón y Nanegalito se cuenta un promedio de 1,6; 1,5 y 1,0 establecimientos del sector primario respectivamente por cada 1.000 habitantes, mientras que para el DMQ es de 0,1.

Sector secundario

La importancia del sector secundario – que comprende a las actividades para la fabricación de productos y la transformación de materia prima – en la economía del DMQ es del 11,1% de las empresas. Entre estas, 17,3% tienen actividades relacionadas con la *elaboración de productos alimenticios*, 15,4% se dedican a la *fabricación de productos de metal (excepto maquinaria y equipo)*, 15% realizan la *fabricación de prendas de vestir* y 10,8% se dedica a la *fabricación de muebles*. Las empresas con actividades secundarias en este sector representan 4,5% del total de establecimientos con una actividad secundaria, principalmente, la *fabricación de prendas de vestir* (0,8%) y la *fabricación de productos elaborados de metal, excepto maquinaria y equipo* (0,6%).

El sector secundario genera 98,8% del total de productos. Los principales son los *productos de molinería y almidones y sus productos, otros productos alimenticios* (18,4%); *tejidos de punto y ganchillo, prendas de vestir* (17,4%); *productos metálicos fabricados, excepto maquinaria y equipo* (16,9%) y *muebles y otros bienes transportables* (15,3%).

En el DMQ existe un promedio de 5 establecimientos del sector secundario por cada 1.000 habitantes. En Mariscal Sucre (29,2), Centro Histórico (14,3) y San Juan (11,3) este promedio es mayor.

Sector terciario

El sector terciario – entendido como el conjunto de actividades para los servicios – es el más importante para la economía del DMQ, ya que concentra a 88,7% de los establecimientos. De éstos, 47,5% realizan *comercio al por menor (excepto el de vehículos automotores y motocicletas)*, 11,6% brindan *servicios de alimento y bebida* y 6,1% realizan actividades de *comercio y reparación de vehículos automotores y motocicletas*. De las empresas que realizan actividades secundarias, 95,4% la hace en el sector de los servicios. El *comercio al por menor* es la actividad secundaria más frecuente (57%), seguido por las *telecomunicaciones* (18,5%).

Los servicios de *comercio al por mayor* representa 6,5% del comercio del DMQ mientras que 93, 5% es *comercio al por menor*. Descartando el comercio, los servicios ofertados más importantes son *servicios de alojamiento, comida y bebidas* (23,8%), *servicios de mantenimiento, reparación e instalación (excepto la construcción)* (18,5%), *otros servicios* (9,5%) y *servicios de telecomunicaciones, transmisión y suministro de información* (9,3%).

En promedio, existen 39,6 establecimientos terciarios por cada 1.000 habitantes del DMQ. En Mariscal Sucre (308,9), Centro Histórico (169,6) e Iñaquito (130,8) el promedio de establecimientos per cápita se dispara a más de 100.

En síntesis, el sector terciario tiene una importancia preponderante sobre los demás sectores productivos de la economía del DMQ, principalmente por el comercio. Dentro del perfil económico, otro componente de la dinámica productiva es la estructura del empleo.

1.3 Empleo

Según datos del CNPV del año 2010, el DMQ cuenta con 2'239.191 habitantes, de los cuales 1'829.227 se encuentran en edad de trabajar, es decir entre 10 años y más. Se toma en cuenta a las personas mayores a 10 años como Población en Edad de Trabajar. De ésta, se diferencia la Población Económicamente Inactiva y la Población Económicamente Activa. Dentro de la PEI se consideran a las personas rentistas, jubilados, pensionistas, estudiantes, amas de casa, entre otros. Por su parte, dentro de la PEA se distingue la población ocupada y la población desocupada. La población ocupada se compone de los ocupados plenos, subempleados y ocupados no clasificados; mientras que la población desocupada se constituye del desempleo abierto y desempleo oculto. A su vez, el desempleo puede estructurarse entre cesantes y trabajadores nuevos (INEC, 2012).

Actividad de la población

La PEA del Distrito se compone de 1'099.021 individuos. Las personas que trabajaron al menos 1 hora constituyen 85,7% de la PEA, 3,5% busca trabajo por primera vez y 2,8% trabajó al menos 1 hora en fabricación de algún producto o en oferta de un servicio. La PEI cuenta con 938.433 personas, de los cuales 64,4% son estudiantes, 22,5% son personas que se dedican a quehaceres domésticos y 5,2% son jubilados.

Considerando el género, se hacen notables diferencias en la estructura de la PEA y la PEI. La población masculina cuenta con 615.053 trabajadores en la PEA y 371.013 personas en la PEI. La PEA femenina es de 483.968 mujeres y la PEI cuenta con 567.420 personas. La inactividad afecta más a las mujeres que a los hombres con tasas de 54% en la población femenina y 37,6% en la población masculina.

La tasa de inactividad es mayor en las parroquias de San José de Minas (54,4%), Puéllaro (52,8%) y Nanegalito (52,7%). La inactividad masculina es importante en las parroquias de Quitumbe (41%), Zámboza (39,8%) y Amaguaña (39,8%), mientras que la inactividad femenina es mayor en San José de Minas (73,4%), Puéllaro (71,5%) y Gualea (68,9%).

Ramas y sectores de ocupación

En el DMQ existen 5 ramas de actividad que reúnen a más de la mitad de la PEA. Dos de estas actividades pertenecen al sector de los servicios y dos al sector manufacturero. La actividad más importante en términos de ocupación es el *comercio al por mayor y menor* (19,9%), seguido por las *industrias manufactureras* (13%), la *construcción* (6,8%), el *transporte y almacenamiento* (5,6%) y *no declarado* (5,3%).

La PEA se distribuye desigualmente en las parroquias del DMQ. Las nueve parroquias con mayor concentración de la PEA son Calderón (6,7%), El Condado (3,8%), Conocoto (3,7%), Solanda (3,5%), Kennedy (3,4%), Quitumbe (3,2%), San Bartolo (2,8%), Puengasí (2,8%) y La Ferroviaria (2,8%) que conjuntamente suman un tercio de la PEA del DMQ.

La estructura de la PEA por sectores es similar a la configuración de las industrias en el Distrito. El sector primario genera trabajo para 4,2% de la PEA del DMQ. Por su parte, el sector manufacturero

provee de ocupación a 20,5% de la PEA. El 66,5% de la PEA se ocupa en el sector terciario. Las actividades no declaradas y trabajadores nuevos representan 8,9% de la PEA del DMQ.

El sector primario tiene una importancia de más de la mitad de los empleos en algunas parroquias rurales. Así, en San José de Minas (61,2%), Guala (60,5%), Puéllaro (60,1%) y Pacto (59,6%) los empleos en *agricultura, ganadería, silvicultura y pesca* ocupan a más de la mitad de la PEA

Dentro del sector secundario, las manufacturas y la construcción son dos actividades principales que agrupan a la PEA. Las *industrias manufactureras* proveen empleo para 24,6% de la PEA en Amaguaña, 22,6% en Guagopolo y 21% en Zámiza. En la ciudad, Guamaní (17%), Comité del Pueblo (16,4%) y Turubamba (16,4%) son sectores de concentración del empleo en manufacturas. Las actividades de *construcción* generan ocupación para 20,6% de la PEA de La Merced, 15,8% en Píntag y 14,8% en Guagopolo. En la ciudad, estas actividades generan 11,6% de las ocupaciones en Guamaní, 11,3% en El Condado y 10,3% en Turubamba.

El sector terciario es el más importante en términos de generación de empleo en el DMQ. Las actividades de *comercio al por mayor y al por menor* generan 30% de los empleos en la Libertad, 29,9% en el Centro Histórico y 24,1% en Solanda. Además del comercio, el *transporte y almacenamiento* genera 8,1% en La Ecuatoriana, 8,1% en Chillo Gallo y 8% en San Antonio.

Ocupaciones

En el DMQ, las ocupaciones más importantes son *trabajadores de los servicios y vendedores* (20,4%), *oficiales, operarios y artesanos* (14,4%), *ocupaciones elementales* (13,5%) y *profesionales científicos e intelectuales* (11,7%).

En las parroquias de Atahualpa (30,2%), El Condado (27,3%) y Guala (25,8%) se encuentra una alta proporción de los *trabajadores de los servicios y vendedores*. Los *oficiales, operarios y artesanos* tienen un peso mayor en Pacto (35,4%), Pifo (30%) y Píntag (27,5%). Las *ocupaciones elementales* tienen una importancia mayor en Nono (35%), Tababela (34,9%) y Nanegalito (30,6%). Por último, los *profesionales científicos e intelectuales* son relativamente más importantes en Chimbacalle (28,8%), Guamaní (27,7%) e Itchimbía (27,4%).

Trabajo infantil

En el Ecuador, la edad para empezar a trabajar legalmente son los 10 años. Sin embargo, es importante considerar el trabajo de las personas menores a este límite de edad. El CNPV considera dentro de los grupos de actividad a las personas de 5 años y más. En el DMQ, la población entre 5 y 9 años son 208.227 habitantes al 2010, de los cuales el 97,9% es estudiante.

Según datos del CNPV, existen 1.500 niños y niñas que tienen una ocupación y pueden ser contados dentro de la PEA, aunque no tengan edad suficiente. En el DMQ, las personas que tienen un *trabajo de al menos 1 hora* son 577 personas, las personas que *no trabajaron en la semana anterior pero sí tienen trabajo* son 496 individuos y las personas que *trabajaron al menos 1 hora en negocio familiar* son 254 niños y niñas.

Informalidad

Según el CNPV, la informalidad es la ocupación de 58.511 personas en 2010. Del total de la PEA, los trabajadores informales conforman la quinta rama de actividad más ocupada, con 5,3%.

Es importante notar que la dinámica espacial de la informalidad es diferente a la distribución de la PEA. La informalidad es elevada en las parroquias rurales de Perucho (16,7%), Chavezpamba (14,7%) y Checa (9,2%); la PEA de estas parroquias tiene un peso conjunto de 0,5% del total del DMQ. Al contrario, en Calderón la informalidad alcanza 5,7% aunque es la zona en donde se encuentra la mayor concentración de la PEA.

La informalidad es mayor en las parroquias rurales que en la ciudad. Esta proporción alcanza 6,6% en las parroquias rurales y 5,1% en las urbanas. La informalidad relativa es menor en las parroquias urbanas de Mariscal Sucre (3,8%), La Magdalena (4%) y San Isidro del Inca (4%).

Así, el empleo tiene una configuración similar a las industrias, con una concentración en el sector terciario y en las parroquias urbanas del Distrito. El mercado laboral presenta algunas fallas importantes que se ven reflejadas en la ocupación de niños y niñas así como una alta importancia de las ocupaciones informales. En las parroquias rurales y urbanas se encuentra una predominancia de los empleos que requieren baja calificación, como son los trabajadores de servicios y vendedores. Prosiguiendo con el perfil económico, el uso y la regulación del suelo es otro factor vital del funcionamiento de la economía.

1.4 Uso del suelo

El DMQ se extiende en varias altitudes, lo que posibilita el abarcamiento de varios climas y ecosistemas. En esta extensión de terreno existen 23 bosques protectores que forman parte del SNAP y 2 áreas protegidas (Reserva Geobotánica Pululahua al noroccidente y Parque Nacional Cayambe – Coca al este) que pertenecen al PANE.

El suelo en el DMQ

Según el PGDT (2006:38), en el DMQ existen tres categorías para el uso del suelo, que son urbano, urbanizable y no urbanizable. Al 2012, se estima que 32.356 ha son suelo urbano (7,6%), 10.120 ha son suelo urbanizable (2,4%) y 381.707 ha son suelo no urbanizable (90%).

Según el Plan de Uso y Ocupación del Suelo (2012), el suelo del DMQ tiene 9 usos posibles, distinguidos como Residencial, Múltiple, Comercial y de servicios, Industrial, Equipamiento, Protección ecológica, Preservación patrimonial, Recurso natural y Agrícola residencial.

La Protección Ecológica no permite la urbanización del suelo, ya que se destina a “la conservación del patrimonio natural bajo un enfoque de gestión ecosistema, para asegurar la calidad ambiental, el equilibrio ecológico y el desarrollo sustentable” (PUOS, 2008:Art.23). Se dividen en santuarios de vida silvestre, áreas de protección de humedales, áreas de conservación y uso sustentable, áreas de intervención especial y recuperación, áreas del PANE, y bosques y vegetación protectora. Este uso constituye la porción más importante, con 47,6% y 201.242 ha de protección ecológica en el DMQ.

El uso Recursos Naturales toma en cuenta a su vez los recursos renovables (agropecuario, forestal, piscícola) y no renovables (actividad minera) (PMOT, 2012:21). Esta superficie constituye 40,1% del área del DMQ, con 169.564 ha.

El uso Residencial tiene como destino “la vivienda permanente, en uso exclusivo o combinado con otros usos del suelo compatibles” (PUOS, 2008:Art.10). En el PUOS se establecen 28.440 ha para el uso residencial, es decir 6,7% del suelo del DMQ.

Las áreas de uso Comercial y de Servicios se clasifican en función de su naturaleza y radio de influencia. Así, se distingue el uso comercial y de servicios barrial, sectorial, zonal y metropolitano. Estas zonas están incluidas en las zonas Residenciales, de uso Múltiple y para uso Industrial.

En las áreas rurales, el suelo Agrícola Residencia combina el uso para vivienda con usos agrícolas, pecuarios, forestales o piscícolas. En el DMQ, tiene una importancia del 2,6% y se compone de 11.108 ha.

El uso para Equipamiento corresponde al suelo destinado a “actividades e instalaciones que generen bienes y servicios para satisfacer las necesidades de la población (educación, cultura, bienestar social, salud, recreación y deporte, religioso, seguridad ciudadana, administraciones públicas, servicios funerarios, transporte, infraestructura pública, uso especial), garantizar el esparcimiento y mejorar la calidad de vida en el DMQ. Los equipamientos pueden ser distinguidos entre servicios sociales y servicios públicos” (PUOS, 2008:Arts.20-21). El equipamiento ocupa 1,6% de la superficie del DMQ (6.727 ha).

El PUOS define al uso Múltiple como “el uso asignado a los predios con frente a ejes o ubicados en áreas de centralidad en las que pueden coexistir residencia, comercio, industrias de bajo y mediano impacto, servicios y equipamientos compatibles” (PUOS, 2008:Art.13). Así, las zonas de uso múltiple se constituyen alrededor de ejes viales principales. El uso múltiple corresponde a 0,7% de la superficie del DMQ, es decir 2.914 ha.

A su vez, el uso Industrial es destinado a “la elaboración, transformación, tratamiento y manipulación de materias primas para producir bienes o productos materiales” (PUOS, 2008:Art.15). El uso industrial se clasifica a su vez en función del impacto y del riesgo que puedan generar. El suelo industrial es 0,5% del DMQ, sea 1.833 ha.

Las zonas de uso Residencial de Interés Social tienen como propósito “generar una oferta de vivienda segura y saludable para grupos poblacionales no atendidos adecuadamente por el mercado, mediante proyectos municipales de vivienda y reubicación emergente” (PMOT, 2012:72). Existen 50 áreas de promoción, que representan 0,3% de la superficie del DMQ (1.095 ha). Estas se ubican principalmente en el norte de la ciudad (El Condado, Cotocollao, Ponceano, Calderón), al sur (Quitumbe, Guamaní, Chillogallo, La Ecuatoriana, Solanda) y en el valle (Tababela, El Quinche, Checa).

Las zonas de uso para Patrimonio Cultural se ubican principalmente en el Centro Histórico y su entorno, ya que contienen elementos importantes para el patrimonio de la ciudad. Son también “áreas históricas, hitos arquitectónicos, urbanos y territoriales, y zonas arqueológicas, que se encuentran en el DMQ” (PMOT, 2012:75). Este uso constituye 0,02% de la superficie, con 85 ha.

Adicionalmente, el PUOS define a las áreas de protección especial, que corresponden a “las franjas de protección que se debe asegurar por el cierre de oleoductos, poliductos, líneas de alta tensión, acueductos, canales, colectores, OCP, conos de aproximación de aeropuertos y alrededor del Beaterio” (PUOS, 2008:Art.58). Estas áreas constituyen 0,01% del suelo en el DMQ (21 ha).

Centralidades

Al 2010, se estima una densidad promedio de 5,29 habitantes por ha en el DMQ. La ciudad de Quito cuenta con una densidad de 44,7 habitantes por ha. Las parroquias rurales más densamente pobladas son Conocoto (21,8), Calderón (19,9), Cumbayá (15,5) y Llano Chico (14,4). Al contrario las parroquias rurales con menor densidad poblacional son Lloa (0,03), Nono (0,1), Nanegal (0,1) y Pacto (0,2). La forma alargada de la ciudad dificulta la identificación de los centros urbanos, pero la población se reparte de tal forma que se crean las centralidades a lo largo de la ciudad.

El Plan Metropolitano de Ordenamiento Territorial define a una centralidad como “lugares de interacción social, respeto a las diferencias y generación de conocimiento en los cuales los ciudadanos que habitan en sus cercanías se ven representados e identifican a la centralidad como tal y se apropian de ella. Las centralidades están vinculadas, además, con usos de mayor actividad, con la presencia de equipamientos y de la duración de espacio público para su articulación y consolidación, y responden a las demandas de equipamiento e infraestructura desde el sector productivo” (PMOT, 2011:105). Así, las centralidades no sólo se distinguen dentro del espacio urbano, sino que también mantienen estrechas relaciones entre sí. El Sistema Distrital de Centralidades relaciona a cuatro tipos de centralidades, que son las metropolitanas, las zonales, las sectoriales y las rurales. Cada centralidad es a su vez existente, nueva o a fortalecer. Estas centralidades ayudan a constituir los anillos urbanos y suburbanos, agrupándose en función de su complementariedad y sinergia (PMOT, 2011:106). Así, el SDC se construye como una red articulada, descentralizada y complementaria.

Es importante notar que dentro de la metodología de identificación de centralidades del PMOT, los criterios de localización consideran otros factores además de factores económicos. Según Rojas y Mancheno (2012:98), la localización de la actividad económica no es un criterio explícito en la metodología desarrollada por Hydea y Target Euro (2008:117) para la identificación de centros urbanos. Dentro de los criterios de localización de las centralidades se encuentran:

- *Densidad poblacional por área,*
- *Disponibilidad de equipamientos por áreas,*
- *Distribución de la población en el día y en la noche,*
- *Proyectos estratégicos en desarrollo y por desarrollar,*
- *Uso del suelo,*
- *Conectividad con el transporte público.*

Los factores económicos de distribución del empleo y las industrias son incluidos indirectamente, en los criterios de equipamiento, distribución de la población, proyectos estratégicos, suelo y

transporte. Sin embargo al estudiar la localización puntual del empleo y las industrias, el número de centralidades se reduce, y algunas no fueron identificadas en el PMOT.

La identificación de centros de empleo de Rojas y Mancheno (2012:112) considera un análisis espacial de los sectores industrial, comercial y de servicios. Las centralidades son lugares de concentración del empleo en función de estos tres sectores. De esta manera, los centros que concentran empleo en un solo sector son centralidades de tercer orden, los que concentran dos son de segundo orden y los que concentran empleo de los tres sectores son centralidades de primer orden.

Las centralidades de primer orden se ubican entonces en el Centro Histórico, La Mariscal, La Carolina, El Recreo – Villaflora – Chimbacalle, Cotocollao, Solanda – Mayorista. Los centros de segundo orden son Tumbaco (industria y servicios), Calderón (comercio y servicios) y Conocoto (comercio y servicios). Las centralidades de tercer orden son Cumbayá (comercio), Quitumbe (industria) y Ponceano Alto (industria).

Recapitulando, la planificación del suelo no abre la posibilidad a la expansión desmesurada de la ciudad a áreas verdes, dada la importancia de la protección ecológica y de recursos naturales en la planificación del uso del suelo. La desigualdad en la densidad demográfica y sobre todo la distribución del empleo revelan una conformación de centralidades urbanas, tanto en parroquias urbanas como rurales. Sin embargo, la inexistencia de un diagnóstico del uso del suelo impide identificar las zonas de crecimiento ilegal, lo que es el principal problema en cuanto al uso de este recurso. La conexión de estas centralidades se ve directamente beneficiada o perjudicada por las condiciones del transporte.

1.5 Transporte

El transporte en el DMQ se realiza fundamentalmente en medios motorizados. Según la Secretaría de Movilidad (2009), el transporte no motorizado se utiliza únicamente para cubrir desplazamientos menores o con fines recreativos. En el DMQ, se estima que el transporte público y privado cubre 96% de los vehículos motorizados.

Partición modal

Se estima que en el 2010 los viajes totales son 3'603.609 por día. Estos datos fueron estimados por la empresa Metro de Madrid, con la finalidad de estimar una demanda potencial para el Metro de Quito.

Los viajes circulares dentro del DMQ fueron 580.798 por día. Los viajes circulares tienen como lugar de origen y de destino a la misma parroquia del Distrito, sea urbana o rural, y representan 16,1% de del total de los viajes. Esto revela un desplazamiento mayoritario de la población hacia lugares distantes del origen, lo que reduce la posibilidad de realizarlos a pie o en bicicleta por los costos económicos del traslado (tiempo, cansancio físico, inseguridad, etc.).

La movilización de las personas en medios motorizados adquiere diferentes formas o modos de transporte. Cuando los modos de transporte están relacionados o son complementarios, conforman un sistema y se puede hablar de una partición intermodal (EPMOP, 2008:24). La partición modal

de los viajes motorizados muestra la distribución de la movilidad en transporte público y transporte privado.

El transporte público es de uso mayoritario respecto al privado. De los viajes totales, 61,9% corresponden a viajes en el transporte público; para los viajes circulares, el transporte público tiene un peso de 57,3% de los viajes. Sin embargo, se estima que los viajes en transporte público disminuyen en 1,4% anual, hasta llegar a un horizonte de 41% de los viajes en transporte público en 2025 (EPMOP, 2008:25).

Red vial

Según la Secretaría de Movilidad (2009:22), la movilidad en el DMQ es limitada y se desarrolla en “condiciones deficitarias, que afectan a la economía y seguridad, al funcionamiento eficiente de la estructura territorial, a las condiciones ambientales y a la calidad de vida de su población”.

La red vial del Distrito se extiende en 8.412,26 km, de los cuales 3.914.41 son la red vial urbana (46,5%). La red de transporte público se extiende en 714,43 km dentro de la ciudad, alcanzando una cobertura de 18,3% de las vías en la ciudad.

Incremento del parque vehicular

Según la Ley Orgánica de Transporte Terrestre y Seguridad Vial, el transporte puede también ser clasificado entre transporte público, comercial, por cuenta propia y carga. Entre 2010 y 2012, se otorgó un total de 729 cupos autorizados para vehículos de uso público, comercial y carga. Durante el 2010 se autorizaron 218 cupos, en 2011 fueron 208 y en 2012 se dieron cupos para 203 vehículos. Además, en el mismo período hay 5.519 cupos en curso de actualización.

Los cupos autorizados para uso comercial representan 57,3%, los de uso público son 39,5% y los cupos para carga son 3,2% del total de cupos. Entre los cupos para actualización, 74% son para uso comercial, 16,5% son vehículos de carga y 9,5% son de uso público.

Se estima que al 2010 el parque vehicular cuenta con 442.908 automóviles, con un ritmo de crecimiento de 6,5% anual, lo que equivale a 30.000 vehículos por año. La tasa de motorización se elevó a 201 automóviles por cada 1.000 habitantes. En Cumbayá, Tumbaco y Valle de los Chillos, la propiedad de vehículos por persona es más elevada (Secretaría de Movilidad, 2009:34). No se cuenta con información sobre el flujo de automóviles para uso privado, dada la gran cantidad de vehículos que entran y salen del país.

Consumo energético

Según la Secretaría del Ambiente (2011), la altura de la ciudad causa una concentración de oxígeno menor en la Sierra a la de otras regiones. Esto significa una menor cantidad de oxígeno disponible para la combustión de la gasolina en los motores, emitiendo una mayor contaminación atmosférica.

A esto se suman tres factores importantes. Por una parte, si el vehículo es usado y tiene algunos años de funcionamiento, los procesos de combustión en el motor son aún más contaminantes en caso de que no se haga un cambio o reparaciones constantes del motor. Por otra parte, la calidad de la gasolina es determinante en los niveles de gases emitidos, por lo que a una menor calidad se da

una mayor contaminación. Finalmente los diferentes modelos del vehículo motorizado requieren de diferentes tipos combustible, principalmente, gasolina súper, extra y diésel. Estos son obtenidos a diferentes grados de refinación del petróleo, lo que implica una diferencia en los niveles de contaminación emitidos.

Es importante considerar el rendimiento energético de los diferentes buses públicos, ya que son el medio de transporte más utilizado. Considerando tres líneas de transporte público, que son Ecovía, Trole y los alimentadores correspondientes, se estima un promedio de 8,5 km/ galón para los buses, 5,5 km/galón en los buses de la línea Trole y 4,5 km/galón en la línea Ecovía.

Para el año 2011, la energía eléctrica consumida por la línea Trole fue 7'191.000 kW y 2'189.162 galones de diésel. La línea Ecovía consumió un total de 447.770 galones de diésel. Los buses que recorren las líneas de alimentación consumieron 2'461.206 galones de diésel. Se puede estimar un rendimiento de 35 km/galón para los automóviles familiares (motores de 1,8 l).

Transporte alternativo

En agosto del 2012 entró en funcionamiento el sistema de transporte en bicicletas Bici-Q, como una solución a los problemas del transporte motorizado. Durante los 7 primeros meses de funcionamiento, Bici-Q recibió un total de 8.133 usuarios registrados. En promedio semanal, 603 personas utilizan bicicletas. La tasa de utilización de las bicicletas fue mayor en septiembre del 2012 (10,4%) y más bajo en febrero 2013 (6,9%); se estima en promedio que 9% de los usuarios registrados utilizan efectivamente la bicicleta como medio de transporte.

El transporte en el DMQ es entonces principalmente motorizado, dada la extensión de los desplazamientos y el bajo grado de desarrollo del transporte alternativo. El transporte público es más utilizado, aunque se estima un decrecimiento en su uso. Dentro del perfil económico, otro aspecto importante a considerar es la generación y el consumo de energía.

1.6 Energía

Según la Secretaría del Ambiente (2009), las dos principales fuentes de energía en el Distrito provienen de la combustión y la electricidad.

Para el año 2009 se pudo identificar el consumo de ocho combustibles principales en el Distrito, en función de la contaminación emitida en la atmósfera. Así, el consumo de combustibles por fuentes móviles fue de 238'270.391 gal, las fuentes fijas consumieron 52'963.537 gal y 39'860.399 kg, y otras fuentes (de área) tuvieron un consumo de 170'674.842 kg.

Dentro de las fuentes móviles - principalmente vehículos -, los combustibles consumidos fueron la gasolina extra (48,5%), diésel Premium (29,1%), gasolina súper (21,7%) y diésel regular (0,7%). El consumo de las fuentes fijas - procesos industriales - se compuso de madera (37,9%), bunker (21,2%), diésel regular (20,7%), diésel eléctrico (15,2%) y GLP (5%). Las fuentes de área y otras fuentes - procesos y actividades económicas - tuvieron un consumo de GLP (99,4%) y madera (0,6%). No se pudo contar con más información disponible para años recientes sobre el consumo de combustibles.

Oferta de energía eléctrica

Generación EEQ

La infraestructura eléctrica gestionada por la EEQ se compone de centrales hidroeléctricas, centrales térmicas, subestaciones de generación y transmisión, y líneas de subtransmisión. El Distrito cuenta con 9 centrales de generación hidroeléctrica, que son Cumbayá (40 MW), Nayón (19,7 MW), Guangopolo (16,8 MW), Recuperadora (14,5 MW), El Carmen (8,2 MW), Paschoa (4,5 MW), Perlabí (2,5 MW) y Noroccidente (0,2 MW). Además, existen 3 centrales de generación termoeléctrica. Estas son: Santa Rosa (51 MW), Guangopolo (20,9 MW) y Chiquilpe (0,2 MW). Existen 30 subestaciones tanto de generación como de distribución y las líneas se extienden en varios km dentro del DMQ.

Dentro de los objetivos de la EEQ se encuentra abastecer a toda la población del Distrito, para lo que se ha planificado la construcción de dos plantas de generación hidroeléctrica. La primera, Proyecto Victoria, tendría una potencia de 10 MW, con una generación de 63 GWh/año y entraría en operación durante el 2013; el costo total de este proyecto sería de \$19'979.346. El segundo proyecto estaría ubicado en Baeza, provincia de Napo; tendría una potencia de 50 MW y una generación de energía firme de 355 GWh/año. Entraría en operación en 2016, y su costo total es aún desconocido ya que se encuentra en la fase de estudios (EEQ, 2012). Adicionalmente desde 2011 se están realizando mejoras en los sistemas de generación hidroeléctrica y generación térmica, con un costo total de \$15'267.969 y \$17'330.901 respectivamente.

Generación EPMAPS

La EPM de Agua Potable y Saneamiento es un importante productor de energía hidroeléctrica para el Distrito y otras empresas distribuidoras a nivel nacional. La generación de hidroelectricidad se hace con el aprovechamiento del flujo de agua y el relieve del Distrito. Los proyectos de generación hidroeléctrica son diseñados y construidos por la EPMAPS, pero su gestión pasa progresivamente a manos de la EEQ.

En 2011 se llevaron a cabo los estudios para los proyectos de Planta de Bellavista y Tanque Bellavista Alto, lugares propicios para el desarrollo de proyectos hidroeléctricos. La micro central de Bellavista permitiría utilizar los recursos hídricos de la Planta de tratamiento, aprovechando el desnivel existente entre el reservorio de agua cruda (70.000 m³) y el ingreso del agua hacia la Planta de Bellavista. De esta forma se estima una producción energética de 1,614 GWh en promedio anual (EPMAPS, 2012:60).

Por su parte, la micro central "Tanque Bellavista Alto" se ubica en la parte baja del Parque Metropolitano, a una distancia de 1 km de la Planta de Tratamiento de Bellavista. Así, la caída neta de 54,4 m existente entre el tanque de salida de la planta y el ingreso al tanque de distribución, permitirá una generación estimada de 1,8 GWh por año.

Demanda de energía eléctrica

El CONELEC provee información pública sobre la facturación de electricidad. Durante el 2010, se estima que se facturó 2.176,3 GWh en el Distrito, de lo que 36,33% fue consumo residencial, 31,4% fue consumo industrial, 19% fue consumo comercial, 5,7% fue alumbrado público y 7,5% fueron

otros consumos. Se estima que al año una vivienda del DMQ consume 1.03 GWh, mientras que en el país este consumo asciende a 1.09 GWh.

Regulación y precios de la energía eléctrica

En cuanto a la regulación del mercado eléctrico, es importante considerar por una parte el establecimiento de los precios de generación y tarifas, y por otra parte el funcionamiento del Mercado Eléctrico Mayorista.

Precios de generación y tarifas

El Mandato Constituyente n° 15 del 7 de agosto del 2008 estableció la regulación de los precios del servicio de generación eléctrica. En este mandato se establece que los costos marginales serán eliminados como mecanismo para establecer los precios de generación. De igual forma, los costos de inversión no deberán ser tomados en cuenta para el cálculo de los costos de distribución y transmisión (Mandato Constituyente 15, 2008:Art.1). Así, todos los gastos en inversión son cubiertos por el Ministerio de Finanzas a través de asignaciones del Presupuesto General.

En el mismo mandato se establece que el CONELEC debe fijar la tarifa única para el consumidor final. La diferencia entre los costos de generación, distribución y transmisión y la tarifa única deberá ser cubierta por el Ministerio de Finanzas, a través del subsidio al déficit tarifario (Mandato Constituyente 15, 2008:Art.2). De esta forma, el mercado eléctrico se convierte en un mercado de regulación estatal.

Los subsidios que recibe la EEQ por la generación de la energía eléctrica ascienden a \$162'241.417,02 en 2011. De estos, 67,4% corresponden a montos de financiamiento para el Plan de Inversiones 2010, 24,5% corresponde al déficit tarifario y 4,4% corresponde a subsidios por Ley del Ancianato.

Mercado Eléctrico Mayorista

El abastecimiento energético de la ciudad no es autosustentable. La ciudad tiene un consumo que supera la capacidad de producción de energía de los proyectos. Es por esto que la EEQ se ve en la necesidad de comprar energía eléctrica en el marco del Mercado Eléctrico Mayorista (MEM).

Como reglamento de aplicación del Mandato 15, el CONELEC emitió la Regulación 006/08, en el que se establece el funcionamiento del MEM. Según esta regulación, en el MEM se negocian contratos regulados y contratos libremente pactados. Los contratos regulados son los que liquidan toda la producción real de energía, cuyo costo real se constituye de un costo fijo y de un costo variable, y de una duración mínima de un año. El componente fijo se relaciona con la disponibilidad de la energía y el componente variable con la producción (Resolución 006/08, 2008:Ac.15). El MEM funciona con tres tipos de contratos:

- Contratos regulados a plazo entre generadores privados y distribuidores, como resultado de concursos públicos;
- Contratos regulados a plazo entre generadores en los que el Estado tenga participación y los distribuidores; y,

- Contratos a plazo libremente pactados entre generadores privados y grandes consumidores.

Las transacciones que no tengan contratos regulados se negocian en el mercado de corto plazo o mercado ocasional. Las transacciones comerciales son liquidadas por el Centro Nacional de Control de Energía (CENACE), con los abonos hechos por los participantes del MEM. La liquidación de las transacciones contempla las siguientes normas:

- La producción de energía por generadores del Estado, gestionados por el Fondo de Solidaridad y otros organismos, es valorada a costos reales.
- La energía producida por el Estado se entrega a los distribuidores proporcionalmente al consumo real dentro del área de concesión.

Es en este marco regulatorio que se realiza la compra venta de energía para la ciudad de Quito. La EEQ, como empresa distribuidora, suministra energía a las subestaciones que a su vez canalizan la electricidad por las líneas de distribución. Cada generador, independientemente si es gestionado por la EEQ, debe transar en el marco del MEM.

Retomando los puntos principales respecto a la energía, existen varios proyectos de generación eléctrica además del sistema complejo que ya existe para el DMQ. La oferta no es autosuficiente, dado que la demanda es elevada y proviene principalmente de los hogares y de las industrias, y las empresas tranzan en un mercado de regulación estatal. El último aspecto importante dentro del perfil económico del Distrito es el agua potable.

1.7 Agua potable

El sistema de abastecimiento de agua del Distrito Metropolitano de Quito cuenta con 95 fuentes, las cuales provienen de 28 captaciones superficiales, 49 vertientes y 18 pozos. Las conducciones orientales permiten una captación de 31% del agua de la ciudad, principalmente proveniente de las fuentes de Tesalia y el sistema Pita. El sistema de Papallacta funciona mediante bombeo y gravedad, y genera 30,9% del agua de Quito. Las conducciones occidentales permiten una captación del 12,9% del agua para el Distrito (EPMAPS, 2012:45).

Gestión del agua potable

Con la finalidad de provisión y abastecimiento futuro, la EPMAPS mantiene embalses de agua en dos sistemas de agua. Los embalses de Salve Faccha, Mogotes y Sucus cuentan con un total 12,1 millones de m³ de agua para consumo futuro. El sistema de La Mica abastecería a la ciudad con 21,6 millones de m³, permitiendo satisfacer las demandas del sur de Quito. En las cuatro lagunas se observa un aumento del volumen de agua que contienen en el período 2010 – 2011.

En términos operativos, la EMAPS muestra una mejora en la eficiencia global. El margen operativo de la EMAPS es de 30,5%, que evidencia una disponibilidad de los recursos de la EMAPS para ampliar la infraestructura productiva.

Según la EMAPS (2011:10), uno de los problemas principales de la oferta es el agua distribuida y no facturada, dado que existen dificultades en el control de las conexiones ilegales. En agosto del 2010, 30,4% del agua distribuida no era facturada en el Distrito; dicha proporción alcanzaba 25,5% en el

área urbana y 41,2% en las parroquias rurales. Para julio 2011, el agua no facturada representó 30,7% en el Distrito, 22,8% en las áreas urbanas y 46,2% en las parroquias rurales.

Inversión del agua potable

El monto de la inversión ejecutada durante 2011 fue de \$37,4 millones (EPMAPS, 2008:96-98). Las principales fuentes de financiamiento son fondos propios (\$27,4 millones), el BID (\$9,1 millones) y la CAF (\$0,8 millones). La inversión fue destinada en 91,8% a proyectos de infraestructura y 8,2% en estudios. Los proyectos más importantes fueron la universalización de la cobertura de alcantarillado (32%), el control de las inundaciones (31,7%) y la descontaminación de los ríos de Quito (19,2%).

La población del Distrito se encuentra dividida entre áreas urbanas y rurales, lo cual es determinante al momento de decidir en dónde invertir para agua potable. El área urbana concentra 73% de la población y 27% se encuentra en áreas rurales, y 68,2% de la inversión total fue hecha en áreas urbanas. La inversión en agua potable se realizó en 64,8% en áreas rurales, mientras que la inversión en obras de alcantarillado se hizo principalmente en áreas urbanas, con 76,2% del monto total. Considerando las administraciones zonales, se obtiene que 24,8% de la inversión estuvo localizada en Quitumbe, 19% en Eugenio Espejo y 14,9% en Manuela Sáenz.

Dentro del Plan Plurianual 2012 – 2014, se contempla una mayor inversión. Se prevé un aumento de la inversión total a \$319'660.036, destinando principalmente al servicio de la deuda por préstamos para inversiones en infraestructura de agua potable y alcantarillado (27,1%), el programa de descontaminación de los ríos de Quito (18,4%) y la universalización de la cobertura de alcantarillado (17,6%).

Producción, distribución y calidad del agua potable

La producción de agua potable es el proceso mediante el cual el agua captada es procesada hasta obtener agua potable lista para el consumo humano, que se hace en 31 plantas distribuidas en el Distrito.

La calidad del agua producida es sometida a control de estándares de calidad, establecidos en la norma INEN 1108. Así, los resultados de diciembre 2012 muestran que el agua potable que será transportada en las redes de distribución cumple con los 40 criterios de calidad.

La distribución del agua potable se realiza mediante un sistema conformado por 3.860 km de redes en la ciudad y 2.592 km en las parroquias rurales. Además, se cuenta con 191 tanques en la ciudad y 219 en las parroquias. Durante el 2011, se realizaron 84.668 diagnósticos a la red de distribución del agua potable. Se obtuvo 32,3% de diagnósticos excelentes, 33,1% diagnósticos buenos, 18% diagnósticos regulares y 16,6% diagnósticos malos (EPMAPS, 2012:54).

Consumo de agua potable

A partir de los datos de facturación de diciembre 2012, se estima un promedio de consumo entre 7 y 8 m³ per cápita al mes. Según la EPMAPS (2011:12), el nivel de consumo del agua por conexión en el servicio registra una disminución progresiva de 5,7%. Según estimaciones de la EPMAPS, la demanda

total de agua en el DMQ es de 9.040 l/s, de lo que 67% sería para el casco urbano. Al 2020, se estima un crecimiento de la demanda de 20,3% (EPMAPS, 2011).

Tarifas y subsidios

La tarifa de consumo doméstico se compone de un monto fijo y un monto variable en función del consumo. La tarifa fija de \$2,10 permite cubrir los costos fijos de la empresa (gastos de administración, facturación, medición, etc.). Para el monto variable, se establece una base tarifaria de 20 m³, con un precio de \$0,31/m³. Si el consumo se ubica entre 20 m³ y 25 m³, el precio es \$0,43/m³. Cada m³ adicional después de los 25 m³ tiene un precio de \$0,72.

En las parroquias rurales, el consumo doméstico tiene una tarifa menor. El precio de cada m³ hasta los 30 m³ es de \$0,15. Cada m³ adicional tiene un precio de \$0,43/m³. No se carga el monto fijo de \$2,10. El consumo comercial e industrial también se compone de una tarifa fija de \$2,10. Cada m³ de agua consumido es de \$0,72. Por último, la tasa de alcantarillado es de 38,6% del valor total del consumo de agua potable.

El consumo de agua en el DMQ es subsidiado de dos formas. El primer subsidio es un subsidio económico, calculado en base al “sector económico” que determina la EPMAPS, el cual es aplicado para cada uno de los sectores del Distrito. El segundo es el subsidio por la Ley del Anciano, que da preferencia a las personas mayores.

El monto total de los subsidios asciende a aproximadamente \$2’850.000 por año, lo que representa 3,7% del monto total por facturación de la EPMAPS. El subsidio económico hacia las parroquias urbanas conforma 26%, el subsidio económico a las parroquias rurales es 40,2%, mientras que el subsidio a la tercera representa 33,8% del total.

Así, el agua potable del Distrito es de alta calidad, sus fuentes son aseguradas para el futuro y hay una alta inversión en proyectos de expansión. Sin embargo, existen problemas que persisten como las conexiones ilegales y el alto consumo mensual per cápita, lo que puede poner en riesgo la sostenibilidad del abastecimiento.

Desempeño económico del DMQ

El Municipio del Distrito es la entidad responsable del manejo de política económica en la ciudad y las áreas rurales. Mediante la asignación presupuestaria, se establecen los diferentes proyectos prioritarios para el desarrollo de la ciudad. Así, el medio ambiente no es una de las prioridades más urgentes dentro del manejo de política económica, dado que el sector (tanto sus instituciones como los numerosos programas) reciben una asignación baja. Dentro de todo, esta baja asignación no se debe a una escasez de recursos, ya que para el año 2012 el municipio obtuvo un superávit de sus ingresos sobre sus gastos.

La ciudad de Quito se ubica en un territorio naturalmente diverso, cuya importancia ha sido reconocida en la planificación del uso del suelo. La conservación ecológica y la explotación de recursos naturales cubren casi 90% del suelo, lo que representa una barrera al crecimiento urbano en años venideros. En la actualidad, un diagnóstico del uso del suelo es inexistente; toda información deriva de los planes PUOS y PMOT. La expansión de la mancha urbana es regulada por

estos instrumentos municipales, pero no se conoce con precisión cuál es la importancia de los barrios marginales en la sostenibilidad urbana. Al ser el suelo un recurso cuyo uso está determinado por las actividades que ahí se desarrollan, es posible identificar la configuración espacial de la actividad económica. Así, se ha podido identificar un hipercentro y ocho centros en función de la distribución espacial del empleo.

La economía del Distrito se articula alrededor del sector terciario. Las actividades de comercio y los servicios de comidas y bebidas son las ramas de mayor concentración de empresas y son importantes generadores de empleo. Estas actividades se localizan en las centralidades a lo largo de la ciudad, articulándose alrededor del sector centro-norte. El sector secundario tiene una importancia menor, con una agrupación de empresas en el hipercentro que se dedican a actividades de fabricación de productos alimenticios, productos de metal, productos de vestir y muebles. Por último las ramas del sector primario, que son la agricultura, la ganadería y la minería, no concentran empresas ni empleo, aunque en ciertas parroquias rurales este sector provee más de la mitad de las ocupaciones.

La actividad de la población revela distintas disyuntivas. En primer lugar, el comercio, las industrias y la construcción son generadores importantes, logrando concentrar altos niveles de empleo en la ciudad y en las parroquias rurales que tienen actividades ligadas al hipercentro. Así, las principales ocupaciones son los trabajadores de los servicios y vendedores, y los oficiales, operarios y artesanos. En segundo lugar, una gran parte de la población se mantiene inactiva, principalmente por ser estudiantes, alcanzando más de la mitad de la población en algunas parroquias rurales. En tercer lugar, la importancia del sector informal (quinta rama de ocupación) y la persistencia del trabajo infantil revelan que el mercado laboral está fallando.

En el Distrito, la gestión del tráfico vehicular es un problema importante y prioritario. La repotenciación de la red vial y el desarrollo del Metro de Quito, incluidos en el sector transporte, están dentro de los proyectos con mayor asignación presupuestaria. Este problema surge de dos causas. Por una parte, la configuración de la ciudad en centros genera una atracción hacia los mismos y a su vez hacia el hipercentro. La congestión se da por una concentración de las actividades en los centros de empleo. Por otra parte, el parque vehicular está en aumento constante, principalmente por el ingreso de nuevos autos particulares, reduciendo la importancia del transporte público en los viajes dentro de los próximos años. Consecuentemente, la vialidad en el Distrito es limitada.

Dentro de la metodología ERMAU se consideran aspectos económicos relevantes a la producción y el consumo de energía y de agua potable. La energía producida por ignición revela una importancia de los combustibles para vehículos (gasolina, diésel), GLP en los hogares y combustibles para la industria (madera, bunker, diésel). La producción de energía eléctrica no es autosuficiente en el Distrito. Por una parte, los consumos residencial (36%), industrial (31%) y comercial (19%) son los más pesados en la demanda de energía. Aunque el subsidio está enfocado a la producción de energía, la tarifa final es fijada a un precio menor al de equilibrio, permitiendo un consumo de 1.03 GWh al año por hogar. Por otra parte, la energía eléctrica es producida en un complejo de generadoras hidroeléctricas y termoeléctricas existentes y por ser construidas, múltiples subestaciones de distribución y varios km en líneas de transmisión. La generación total no logra

abastecer la demanda, por lo que se acude a la negociación en el mercado MEM de regulación estatal.

El agua potable cuenta con un sistema de captaciones que permiten asegurar el consumo en el Distrito. La producción de la misma se hace en diferentes plantas con criterios de calidad de la norma INEN, para su posterior distribución y consumo. Así, los hogares reciben un agua potable de buena calidad con tarifas subsidiadas. El consumo per cápita asciende a un promedio de 7,5 m³, sin considerar las fugas existentes por las conexiones ilegales. Para el aprovisionamiento futuro, la EPMAPS tiene planificado la construcción de proyectos y represas para la captación, además de resolver el problema de las conexiones ilegales e incentivar el consumo responsable del agua potable.

2. Análisis social

El análisis social contempla el estudio de variables de demografía, condiciones de vivienda, pobreza e inequidad, educación y salud.

2.1 Demografía

Según datos del CNPV, el Distrito cuenta con 2'239.191 habitantes. En las parroquias urbanas viven 1'619.146 personas, mientras que en las parroquias rurales habitan 620.045 personas. Del total de habitantes, 1'150.380 son mujeres y 1'088.811 son hombres.

El CNPV mostró una inequidad poblacional entre las parroquias urbanas y rurales. Así, en ciertas parroquias rurales no se supera el límite de 1.000 habitantes, como es el caso de Chavezpamba (801 personas) y Perucho (789 habitantes). Las parroquias más pobladas son Calderón (152.242 habitantes), Conocoto (82.072 personas) y El Condado (86.202 habitantes). De estas parroquias, únicamente El Condado es urbana, mientras que las otras dos son rurales.

Las Administraciones Zonales (AZ) agrupan parroquias urbanas y rurales, y permiten un funcionamiento descentralizado del Municipio. De las 11 AZ, las menos pobladas son Noroccidente (12.485 habitantes) y Norcentral (16.222 personas), que representan conjuntamente 1,3% de la población del DMQ. Las 4 parroquias de Noroccidente y las 5 de Norcentral entran dentro de las 15 parroquias rurales menos pobladas del DMQ. Al contrario, las 3 AZ más pobladas combinan parroquias rurales y urbanas. Es el caso de Eloy Alfaro, Eugenio Espejo y La Delicia que tienen un peso respectivo de 19,3%; 17,6% y 15,2% de la población total.

Crecimiento poblacional

Según datos censales, el Distrito ha experimentado un crecimiento poblacional mayor al crecimiento demográfico nacional. En 1990 – 2010, la población ecuatoriana creció en 2,036%; entre 1990 y 2001, el crecimiento fue de 2,123% mientras que el crecimiento entre 2001 y 2010, fue de 1,965%. En dos décadas, la población del DMQ se expandió en 2,481%. Entre 1990 y 2001, el crecimiento fue de 2,707% y en el siguiente período, la expansión fue de 2,207%.

A nivel parroquial se denotan dinámicas poblacionales distintas. El conjunto de las 32 parroquias urbanas experimentó un crecimiento de 1,894% entre 1990 y 2001; el crecimiento fue mayor en 1990 – 2001 que fue de 2,198%, para pasar a 1,523% en 2001 – 2010.

Existen cinco parroquias rurales que han experimentado un decrecimiento poblacional entre 1990 y 2010, que son Chavezpamba (-0,738%), Nanegal (-0,558%), Atahualpa (-0,418%), San José de Minas (-0,236%) y Gualea (-0,146%). La parroquia de Chavezpamba registra la disminución poblacional más importante en 1990 – 2001 (-0,647%) y 2001 – 2010 (-0,85%).

Al contrario, las tres parroquias rurales que registran el mayor crecimiento poblacional entre 1990 y 2010 son Calderón (7,432%), Conocoto (5,309%) y Nayón (5,113%). En el período 1990 – 2001, la expansión más importante se dio en Calderón (0,825%), El Quinche (6,105%) y Pifo (6,099%). Durante 2001 – 2010, el mayor crecimiento demográfico se registró para Calderón (6,711%), Llano Chico (6,345%) y San Antonio de Pichincha (5,599%).

Pirámide poblacional

La población del Distrito es joven. Los individuos que tienen 26 años o menos conforman 50% de la población. Aproximadamente un tercio de la población tiene entre 0 y 17 años, otro tercio tiene una edad entre 18 y 37, y el tercer tercio tiene más de 37 años.

La población femenina representa 51,4% de la población total. Entre 0 y 15 años, la población masculina conforma 51%. Desde los 16 años, las mujeres son mayoritarias.

En las parroquias urbanas, más de la mitad de la población es menor a 30 años. Las personas entre 0 y 20 años conforman el 27,8% de la población urbana; las personas entre 21 y 40 años representan 34%; y las personas mayores a 41 años son el 28,2% de la población urbana. El grupo etario más importante son las personas entre 0 y 5 años, que representan 10,6% de la población urbana.

Al menos 50% de los habitantes de las parroquias rurales tiene 30 años o menos, lo que prueba que la población es joven. Los individuos entre 0 y 15 años constituyen 31% de la población rural. Las personas que tienen entre 16 y 35 años conforman 35%; y las personas mayores a 36 años conforman 34% de la población. El grupo etario más importante se encuentra en la edad entre 0 y 5 años, que representa 11,3% de la población en las parroquias rurales.

En la ciudad, las mujeres representan 51,6% de la población y son mayoritarias en todas las edades a partir de los 16 años. En las parroquias rurales, los hombres constituyen 50,1% de la población total, y son mayoritarios hasta los 25 años.

Con una población eminentemente joven, la demografía del Distrito se distribuye desigualmente entre áreas urbanas y rurales, generando ritmos de crecimiento diferentes entre la ciudad y las demás parroquias. Es importante estudiar también las condiciones de vivienda.

2.2 Hogares y viviendas

Según el CNPV del 2010, existen 764.180 viviendas y 642.824 hogares en el Distrito. El 99,9% de las viviendas son particulares y 0,01% son viviendas colectivas (pensiones, cuarteles, centros, hospitales, asilos, etc.).

Propiedad de la vivienda

Datos del CNPV revelaron que la vivienda es propia en 50% de los hogares, mientras que es arrendada en 38,7% y 11,2% tienen otro tipo de propiedad (prestada, cedida, por servicios, anticresis). En Atahualpa, Perucho y Puéllaro la vivienda propia representa 73,9%; 73,8% y 73,5% respectivamente. Al contrario, en Puembo (45,2%), Guayllabamba (45,3%) y El Quinche (46,5%) la propiedad es menor.

En la ciudad de Quito, el arrendamiento es más frecuente que en las demás parroquias, alcanzando 42,9% de las viviendas, seguido por El Quinche (35,4%) y Guayllabamba (34,5%). En Nono (5,5%), Guala (6,7%) y La Merced (8,7%) las viviendas arrendadas tienen una importancia menor.

Otro tipo de propiedad es frecuente en las parroquias rurales de Nanegalito (33%), Nono (29,7%) y Lloa (28,9%). En éstas, las viviendas que son prestadas o cedidas representan en promedio 17,1%. Por el contrario, en Cumbayá (9,5%), Pomasqui (9,6%) y la ciudad (10,1%) otro tipo de propiedad es menos recurrente.

Condiciones de vivienda

El déficit habitacional es la situación en la cual la vivienda no es apropiada para ser habitada. El SIISE distingue el déficit habitacional cuantitativo y cualitativo (SIISE, 2012). Por una parte, el déficit habitacional cualitativo se relaciona con la vivienda recuperable, es decir las viviendas que presentan una calidad insatisfactoria, y deben ser mejoradas mediante reparaciones, cambios de materiales, ampliaciones de superficie o conexión a servicios básicos. Por otra parte, el déficit habitacional cuantitativo son las viviendas irrecuperables, refiriéndose a la necesidad de reemplazo que deriva de la existencia de viviendas que no cumplen condiciones mínimas de calidad y habitabilidad.

En el DMQ se estima un déficit habitacional cualitativo para 13,5% de las viviendas. Las parroquias con mayor déficit cualitativo son Nanegalito (31,3%), Pacto (28,9%), Guala (28,2%) y Nono (26,9%). En Puembo (11,2%), Nayón (11,8%), Cumbayá (12%) y la ciudad de Quito (12,5%) el déficit es menor.

El déficit habitacional cuantitativo es de 3,3% en promedio para el Distrito. Las parroquias más afectadas son Guala (21,4%), Píntag (21%), San José de Minas (21%) y Nono (18,9%). En Cumbayá (2,2%), Puembo (2,4%), la ciudad (2,5%) y Calderón (2,5%) las viviendas irrecuperables tienen un peso relativo menor.

Consumo energético

En el DMQ, el Gas Licuado de Petróleo (GLP) es el principal combustible que se utiliza para cocinar en 96,5% de los hogares. El gas centralizado es utilizado por 1,2% de los hogares que viven en las parroquias urbanas de Quito. En las parroquias rurales se utilizan otros combustibles para cocinas, pero el GLP es mayoritario. La electricidad es utilizada como fuente de energía para cocinar en Nayón (4%), Cumbayá (3,9%) y la ciudad de Quito (1%). La leña y el carbón son combustibles frecuentes en los hogares de Nono (24,5%), Lloa (21,2%) y San José de Minas (20,2%).

En el Distrito, 99,6% de los hogares tienen luz eléctrica según datos del CNPV 2010. De estos, 98,3% reciben energía del servicio público. Otras fuentes de energía presentes son paneles solares,

generadores privados y otras fuentes. La cobertura de la red pública es mayor en Cumbayá (99,3%), Nayón (98,9%) y Pomasqui (98,9%). Los paneles solares son utilizados en las parroquias de Checa (0,7%), Chavezpamba (0,4%) y Nono (0,2%) mientras que en Gualea (0,7%), Atahualpa (0,5%) y Chavezpamba (0,4%) se utiliza la energía de plantas eléctricas privadas.

Acceso al agua

Para 79,7% de las viviendas, el agua procede principalmente de la red pública. La cobertura es mayor en Cumbayá (83,6%), la ciudad de Quito (83,1%) y Nayón (81,1%). Las parroquias de Pacto (26%), Lloa (26,5%) y Gualea (29,3%) tienen la menor cobertura del DMQ. El agua de río, vertiente, acequia o canal permite el abastecimiento de las viviendas en Pacto (36,1%), Lloa (30,2%) y Gualea (28,9%). El agua de pozo cubre las necesidades de 4,8% de las viviendas en Nono, 3,7% en Calacalí y 3,4% en Yaruquí. El carro repartidor abastece de agua a 3,3% de las viviendas de La Merced, 1,1% en San Antonio y 0,6% en El Quinche. Otras fuentes de agua, principalmente agua lluvia, son utilizadas en Nono (7,1%), Gualea (5,3%) y La Merced (4,1%).

El agua para beber recibe diferentes tratamientos. Para 43,5% de los hogares, el agua es hervida antes de ser consumida, 35,1% no hace ningún tratamiento, 18% compra agua en botella, 2,9% filtra el agua y 0,5% utilizan cloro para purificarla antes de beber.

Manejo de desechos sólidos

La disposición de la basura se hace principalmente mediante el carro recolector de la basura, que tiene una cobertura de 80,2% de las viviendas del Distrito. En las parroquias urbanas (83,8%), en Cumbayá (82,9%), en Pomasqui (81,3%) y en Nayón (80,2%) la cobertura es mayor al promedio del DMQ. Las parroquias con menor cobertura de la recolección de basura son Pacto (21,8%), Nono (29%), Chavezpamba (30,1%) y Lloa (30,2%).

Otras prácticas de disposición de la basura son el arrojamiento a quebradas, la quema, el entierro, el arrojamiento a ríos y otras prácticas. Dichas prácticas son comunes en las parroquias en donde la recolección de basura alcanza una cobertura menor a 45% de los hogares.

Así, el arrojamiento a quebradas o a terrenos baldíos es frecuente en San José de Minas (27,5%), Perucho (19,5%) y Chavezpamba (17,6%). La quema de basura es una práctica en 25,9% de las viviendas de Píntag, 21,5% de las viviendas en Nono y 18,8% de las viviendas de Lloa. El entierro de la basura se hace con frecuencia en Chavezpamba (9,8%), Pacto (9%), Lloa (6,1%). Por último, arrojar la basura a ríos, acequias y canales es una práctica en Nanegal (1,3%), Atahualpa (0,8%) y Lloa (0,7%). Otras maneras de disponer la basura se encuentran en Nanegalito (2,5%), Pacto (2,2%) y Perucho (2,6%).

Cobertura de alcantarillado

A nivel del Distrito Metropolitano, el alcantarillado cubre a 90,2% de los hogares. En las áreas urbanas esta cobertura alcanza 96,2% y en las áreas rurales se llega a una cobertura del 76,2%. La EMAPS (2011:9) estima que en 2010 – 2011 la cobertura aumentó en 1%, beneficiando a alrededor de 72.700 habitantes. Para las parroquias rurales, el servicio de alcantarillado aumentó en 1,3%.

Así, la vivienda es principalmente propia y la cobertura de servicios básicos es alta, aunque existen parroquias con condiciones deficitarias de habitación, que están directamente ligadas a la pobreza.

2.3 Pobreza e inequidad

La pobreza puede ser medida de varias formas. La construcción del Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador ha permitido elaborar un diagnóstico general de la pobreza en el Ecuador y en el Distrito, mediante diferentes criterios de medición. A continuación se esboza un diagnóstico general de la pobreza en el Ecuador y en el DMQ.

Pobreza e inequidad en el Ecuador

En 2006, la Encuesta de Condiciones de Vida permitió el establecimiento de las nuevas líneas de pobreza en el Ecuador. Una persona puede ser calificada como pobre si sus ingresos mensuales no son superiores a \$28,30. La extrema pobreza o indigencia se define para \$15,96.

Desarrollo

El Índice de Desarrollo Humano fue construido por el PNUD en 1990, con la finalidad de generar un mejor entendimiento del desarrollo en los países. El IDH considera niveles de ingreso, esperanza de vida y nivel de educación para estimar un indicador del desarrollo global. El IDH corregido por desigualdad en el consumo considera al coeficiente de Gini dentro del cálculo, de manera a tomar en cuenta a las desigualdades económicas en la medición del desarrollo.

Estos dos indicadores fueron construidos con la información contenida en la ECV y la ENDEMAIN de 1999. Para ese año, el IDH del Ecuador era de 0,693 mientras que el IDH corregido por desigualdades en el consumo fue de 0,627. Las provincias de Pichincha (0,758 - 0,685), Guayas (0,724 - 0,663) y El Oro (0,711 - 0,654) obtuvieron los puntajes más altos. Las provincias con menor desarrollo fueron Cotopaxi (0,613 - 0,554), Bolívar (0,599 - 0,547) y Chimborazo (0,593 - 0,533).

Al 2011, el Reporte de Desarrollo Humano del PNUD ubica al Ecuador en posición 83 en el mundo, con un valor del IDH de 0,72. El Ecuador se ubica en el grupo de países con alto nivel de desarrollo.

Pobreza

En 2012 se definió el Índice de Sen para el Ecuador. Dentro de la pobreza, Sen plantea la existencia de desigualdades, lo que explica la existencia de personas más pobres que otras. Las condiciones de la pobreza pueden agravarse sin necesariamente implicar un aumento del número de pobres.

El índice construido por Sen en 1976 permite esclarecer las desigualdades dentro de la pobreza. Para el 2012, el índice de Sen es de 0,118 y a un mayor valor corresponde una mayor desigualdad de los pobres.

Desigualdad

El coeficiente de Gini permite establecer el grado de igualdad que existe entre los individuos. El SIISE construyó coeficientes de Gini para el ingreso, tomando como insumo a la EUED del año 2011. La igualdad en el consumo tiene como datos base la ECV de 2006.

Para el año 2006 el Ecuador muestra un coeficiente de Gini de 0,473 para el ingreso, en la Amazonía es de 0,537, para la Sierra es de 0,478 y en la Costa es de 0,46. En la Costa la distribución del ingreso es más equitativa que en las demás regiones y en el resto del país.

Al considerar el coeficiente de Gini para el consumo, se obtiene un puntaje de 0,456 para el Ecuador, 0,473 en la Sierra, 0,418 en la Costa y 0,511 en la Amazonía. La distribución del ingreso es más desigual que la del consumo en el país, excepto en la Costa.

Es importante considerar las diferencias entre el ámbito urbano y el ámbito rural en el país. En base a los datos de la EUED del 2012 se obtuvo el ingreso mensual promedio del hogar por deciles. Al calcular la diferencia entre el primer decil urbano y el primer decil rural, y así con todos los deciles, se obtuvo un promedio de \$446,13 de diferencia en el ingreso. Este monto representa 52% del ingreso promedio de los hogares urbanos y 5,45 veces el ingreso promedio de los hogares rurales.

La provincia de Pichincha tiene los mayores índices de desarrollo, al igual que la ciudad de Quito.

Pobreza e inequidad en el DMQ

Para el año 2010, en el Distrito Metropolitano de Quito hay 659,223 personas que viven en la pobreza, de las que 155,294 viven en extrema pobreza⁴. La incidencia de la pobreza en el DMQ es entonces de 29,4% y de la extrema pobreza es 6,9%.

En las parroquias urbanas de Quito, la incidencia de la pobreza es del 25,5% y la incidencia de la extrema pobreza es del 5,4%. Las parroquias con una menor incidencia de la pobreza son Cumbayá (23,3% - 5,5%) y Pomasqui (25,3% - 5,4%).

En 22 parroquias rurales la incidencia de la pobreza supera 50% de la población. Las parroquias con mayor incidencia de la pobreza y extrema pobreza son Pacto (83% - 24,6%), Gualea (86,2% - 22,6%) y Nono (87,6% - 36,2%).

Esta medición se hace mediante las Necesidades Básicas Insatisfechas, es decir que se considera la insatisfacción real de las necesidades básicas de la población (INEC, 2012). Según el INEC, esta metodología utiliza 11 variables para los sectores urbanos y 10 variables para el área rural, para construir posteriormente un indicador sintético. Estas variables indican la satisfacción de diferentes necesidades básicas, que son:

- *Abastecimiento de agua potable,*
- *Eliminación de aguas servidas,*
- *Servicios higiénicos,*
- *Luz eléctrica,*
- *Ducha,*
- *Teléfono,*

⁴ Pobreza medida por Necesidades Básicas Insatisfechas.

- *Analfabetismo,*
- *Años de escolaridad,*
- *Médicos hospitalarios por cada 1.000 habitantes,*
- *Camas hospitalarias por cada 1.000 habitantes (variable excluida de las zonas rurales).*

2.4 Educación

Analfabetismo

El CNPV permitió esclarecer el nivel de analfabetismo para el DMQ en el año 2010. La pregunta si sabe o no leer y escribir fue hecha a personas mayores a 5 años de edad. Se obtuvo que 2,4% de la población del Distrito es analfabeta.

Dentro de las 10 parroquias con mayor tasa de analfabetismo se encuentran 5 rurales y 5 urbanas. Las parroquias rurales con mayor analfabetismo son Tababela (7,3%), La Merced (6,2%), Nanegal (6%), Nono (5,8%) y Pomasqui (5,1%). Las parroquias urbanas con mayor tasa de analfabetismo son Puengasí (8,2%), Ponciano (6,4%), La Mena (6%), Rumipamba (5,5%) y Quitumbe (5,3%).

Las 10 parroquias con menor analfabetismo son compuestas de 4 parroquias rurales y 6 parroquias urbanas. Las parroquias rurales con menor población analfabeta son Chavezpamba (0,9%), Checa (1,2%), El Quinche (1,3%) y Calderón (1,5%). Las parroquias urbanas con menor incidencia del analfabetismo son Chimbacalle (0,9%), Guamaní (1%), Itchimbía (1,1%), Comité del Pueblo (1,2%), Concepción (1,3%) y Kennedy (1,5%).

Escolaridad

El nivel de escolaridad promedio en el DMQ es de 10,44 años. Existe una concentración de 12,7% para 7 años y 14,4% para 13 años. Estos niveles de educación corresponden a la finalización de la educación primaria y de la secundaria respectivamente.

Al dividir los años de escolaridad en períodos de seis años, se obtiene que la mayoría de la población tiene una escolaridad entre 6 y 17 años. Las personas con una escolaridad entre 6 y 11 años son 36,2%, los individuos con una educación de 12 a 17 años conforman 34,9%, las personas con un nivel de educación entre 0 y 6 años son 18% y las personas con más de 18 años de educación constituyen 10,9% de la población.

Considerando los años de escolaridad por parroquia, se obtiene diferencias notables. En Ponciano (36,3%), Tababela (35,8%), Puengasí (33,4%) y Nono (32,7%) la población con una educación de 0 a 5 años es más importante que en otras parroquias. En 11 parroquias del DMQ, la educación entre 6 y 11 años es el nivel de educación para más de la mitad de la población. Las parroquias en donde este nivel es más importante son Nanegal (56,1%), Pomasqui (54,7%), Quitumbe (54,3%) y Puengasí (54%).

La población con un nivel de educación entre 12 y 17 años es importante en las parroquias de Chavezpamba (47,8%), Guamaní (45,6%), El Quinche (44,7%) y Checa (44,4%). Por último, la

población con 18 años de educación y más es una porción importante de la población en Chimbacalle (35,1%), Itchimbía (32,4%), Guamaní (29,5%) y Comité del Pueblo (27%).

Oferta educativa

Al 2011 el Distrito Metropolitano de Quito contó con 2.337 centros educativos, según datos del Ministerio de Educación. Las parroquias urbanas concentran un mayor número de centros, pero mantienen un promedio per cápita menor al promedio del DMQ.

La oferta educativa puede ser estimada mediante el número de centros educativos que existen para un cierto número de habitantes de la parroquia. Así, se obtiene que en el DMQ existe un centro educativo por cada 1.000 habitantes (1,044).

El Condado, Carcelén y La Libertad son las parroquias urbanas con menor oferta educativa. Para estas parroquias se estima 0,1; 0,4 y 0,4 centros educativos por cada 1.000 habitantes. Las parroquias urbanas en donde hay una mayor oferta son Mariscal Sucre (4,7), Centro Histórico (3,3) y La Magdalena (2,5).

En las parroquias rurales, el número per cápita es mayor. Así, en Zámbriza, Cumbayá y Nayón la oferta es menor que en el resto de parroquias rurales, con 0,8 establecimientos. Al contrario, en Lloa (6,1), Guala (5) y Pacto (4,8) el número de centros educativos per cápita revela la mayor oferta educativa del DMQ.

2.5 Salud

En el DMQ el sistema de salud se compone de 16 áreas de salud, en las cuales funcionan unidades de atención pública y privada. Además, cuenta con 11 hospitales que son especializados y no especializados. Todas las unidades operativas de salud de funcionamiento público deben reportar al centro del área, que a su vez sintetiza las estadísticas para la Dirección Provincial de Salud de Pichincha.

Oferta de salud

Para el 2011, dentro de las áreas de salud del DMQ existen 300 centros. De estos, 47,3% son centros de salud públicos, 42% son unidades privadas (centros de atención, clínicas y hospitales) y 10,7% son hospitales públicos.

Al 2011, se estima un promedio de 13,1 unidades de salud por cada 100.000 habitantes en el DMQ. Es importante recalcar que la determinación de la cantidad de centros de salud y de hospitales públicos se hace en función de las áreas de salud, mas no en relación a la población de cada parroquia.

En las diferentes áreas de salud, el número de unidades de salud tanto públicas como privadas, oscila entre 7,5 y 51,9 para cada 100.000 habitantes. Las áreas de salud en donde hay una mayor concentración de establecimientos per cápita son Nanegalito (51,9), Fray Bartolomé de las Casas (39,9) y La Tola (29,8). Al contrario, las áreas con menor promedio son Epiclachima (8,1), Guamaní (7,6) y Cotocollao (7,5).

Morbilidad

Se entiende a la morbilidad como la proporción de personas que enferman en un sitio y un tiempo determinado (RAE, 2012). La tasa de morbilidad estudia entonces las principales enfermedades que sufre una población determinada en un lugar y tiempo dados.

Para el análisis de los datos de salud, se pudo acceder a la información contenida y sintetizada del formulario EPI – 2 para el año 2011. Este formulario debe ser llenado por todas las unidades de salud al momento de receptor personas que tengan una enfermedad con riesgo de contagio epidemiológico.

La división de Pichincha en áreas de salud no sigue la misma distribución geográfica que la división política administrativa. Si bien se mantienen las divisiones cantonales, las áreas de salud abarcan varias parroquias o a su vez las dividen entre áreas contiguas. Esto es importante al momento de analizar la distribución espacial de las enfermedades.

Al año 2011, la primera causa de morbilidad fueron las Infecciones Respiratorias Agudas (IRA), con 64,9% de los pacientes. Esta población equivale a 13% de la población del DMQ. Dentro de las IRA se cuentan enfermedades frecuentes como son: amigdalitis, faringitis, rinofaringitis, traqueobronquitis, otitis, laringitis, crup viral, epiglotis, difteria, bronquitis, asma, tosferina, síndrome gripal, rinitis alérgica, influenza, fiebre reumática, etc.

La interacción entre el organismo infectante, las defensas alteradas del huésped y la exposición a contaminantes ambientales están al origen de estas infecciones del sistema respiratorio, que frecuentemente se complican en neumonías o pulmonías. Según Rico et al. (2011:318), las causas de las enfermedades respiratorias son agentes externos encontrados en el ambiente, a lo que se suma la debilidad de la salud del cuerpo receptor. Dentro de los factores ambientales, es importante el rol de los contaminantes ambientales, tabaquismo activo o pasivo, deficiente ventilación, contacto con personas enfermas, exposición a polvos y químicos, etc.

La segunda causa de morbilidad más importante es la Enfermedad Diarreica Aguda (EDA), de la que se registró 12,2% de casos (con una equivalencia del 2% de la población del DMQ). Esta enfermedad intestinal es generalmente infecciosa, y se caracteriza por evacuaciones líquidas o disminuidas de consistencia y frecuentes, casi siempre en número mayor a 3 en 24 horas (Ministerio de Salud del Perú, 2012). Esta enfermedad causa la muerte de millones de niños a nivel mundial todos los años.

El grupo de las Enfermedades Transmisibles Sexualmente (ETS) conforman la tercera causa de morbilidad en el DMQ. Con 8,5% de los casos reportados, la población enferma de ETS equivale a 2% de la población total. Dentro de estas se encuentran padecimientos como gonorrea, herpes genital, sífilis, SIDA, VIH y otras infecciones.

Por último, las enfermedades crónicas constituyen la cuarta causa de morbilidad, con 8,06% de los casos y una población equivalente al 2% de la población del DMQ. Dentro de las enfermedades crónicas se revela la importancia de la hipertensión arterial (3,9%), obesidad (1,9%), diabetes (1,7%), Enfermedades Pulmonares de Obstrucción Crónica (EPOC con 0,3%) y síndrome metabólico (0,2%).

Mortalidad

Para el análisis de la mortalidad en el DMQ también se utilizó la información de los formularios EPI – 2. En estos, las unidades operativas deben reportar el número de fallecidos por cada una de las causas que se consideran riesgosas de contagio. El número de fallecidos es reducido, debido que en los centros de salud de primer nivel se da asistencia básica, mas no se realizan tratamientos completos o cirugías; para estos procedimientos médicos más complejos y riesgosos, se acude a los hospitales generales y especializados (tercer nivel).

En el DMQ se estima para 2011 una tasa de mortalidad de 5,77 muertes por cada 100.000 habitantes. La primera causa de mortalidad en el Distrito son los accidentes de tránsito. Se reportó que 19,7% de las muertes fueron causadas en accidentes de tránsito. La segunda de causa más importante es la diabetes mellitus, con 14,3% de las muertes. En tercer lugar se encuentra tanto las EPOC como las IRA, con 9,9% de las muertes respectivamente.

Accidentes de tránsito

En la provincia de Pichincha, 4.267 personas fueron heridas en un accidente de tránsito. El número de muertes en accidentes de tránsito aumenta a 261 personas durante el 2011 (ANT, 2012). Considerando los demás países de la CAN, que son Colombia, Perú y Bolivia, el Ecuador se ubica en el mayor ratio de heridos y muertes en un accidente de tránsito. Para el año 2010, se estima un promedio de 1,38 heridos en un accidente de tránsito por 1.000 habitantes. El promedio per cápita en los otros países de la CAN es 1,11 accidentes por 1.000 personas. El número de muertes en un accidente de tránsito por cada 100.000 habitantes fue de 15,97 en el Ecuador en 2010. Bolivia, el segundo más alto, se ubica con 12,41 muertos per cápita. En Perú, este ratio se eleva a 7,16 y en Colombia es de 7,02 muertos en accidentes de tránsito por cada 100.000 de tránsito⁵.

Desempeño social del DMQ

Quito es la segunda ciudad más poblada del Ecuador, con 2'239.191 habitantes al 2010, y registra ritmos de crecimiento poblacionales mayores al promedio del país. Con una población femenina mayoritaria, más de la mitad de los habitantes tienen 30 años o menos. Existe una doble dinámica demográfica al interior del Distrito. Por una parte, la distribución poblacional sigue una lógica de crecimiento de la ciudad hacia las afueras, anexando algunas parroquias rurales al casco urbano (Calderón, Conocoto). Por otra parte, la atracción de la ciudad genera un vaciamiento en ciertas áreas rurales, como Chavezpamba y Nanegal, en donde se registra un decrecimiento poblacional desde 1990.

La caracterización de la actividad de los hogares del DMQ es importante al estudiar las consecuencias de la actividad humana en el medio ambiente. Por una parte, las viviendas son propias en la mayoría de los casos, aunque el arrendamiento es frecuente en la ciudad. Los daños a la vivienda son más recurrentes en el área rural que en la ciudad, particularmente en Guala y Nono, en donde existe el mayor daño a las condiciones de habitación. Por otra parte, los hogares cuentan con una alta cobertura de los servicios básicos. Así, los hogares cuentan con luz eléctrica que proviene principalmente del servicio público (99,6%). El servicio de agua potable alcanza altas tasas

⁵ Los datos no están disponibles a nivel provincial y cantonal.

(80%), pero en algunas parroquias rurales al norte del Distrito se mantiene el uso de fuentes naturales como ríos y vertientes. El GLP es el combustible más importante (97%), obstaculizando el uso de formas alternativas de generación de energía. La disposición de desechos se hace mediante el servicio público de recolección, sin embargo en las parroquias en donde la cobertura es menor al 45% de las viviendas, el arrojamiento a quebradas y ríos, la quema y el entierro son otras prácticas de disposición recurrentes. El alcantarillado tiene una cobertura del 90% de los hogares.

Según el PNUD (2011), el Ecuador tiene un nivel alto de desarrollo –puesto 83 en el mundo al 2011–; a nivel provincial Pichincha y Guayas tienen el IDH más elevado. En el país, existen diferencias dentro de la pobreza, que se ven reflejadas en distintos niveles de incidencia. En el Distrito, la incidencia de la pobreza es de 30% y de la extrema pobreza es de 7%. La distribución del ingreso es más desigual que la distribución del consumo en el país, lo que se ve profundizado aún más al considerar las diferencias entre urbano y rural. En el Distrito, la pobreza tiene una mayor incidencia en las parroquias rurales; es el caso de Pacto, Gualea y Nono, en donde la pobreza supera 80% de la población y la extrema pobreza 20%.

Considerando el nivel educativo de la población del Distrito, se obtiene resultados desiguales. Por una parte, el analfabetismo afecta tanto a la ciudad como a las áreas rurales, alcanzando una tasa de 2,4% en el Distrito. Se han llevado campañas de alfabetización en gobiernos anteriores, permitiendo una importante reducción del analfabetismo en las parroquias rurales. Por otra parte, los años de educación son reducidos, alcanzando un promedio de 10,4 para el Distrito. Tomando en cuenta que la compleción de la educación primaria lleva 12 años y la educación secundaria 17 años, en promedio la población no logra completar la primaria. Esto se debe principalmente a la estructura etaria y la importancia de la población joven, lo que permitiría explicar los años reducidos por una población mayoritariamente escolar. En el Distrito, la oferta educativa es elevada, alcanzando un promedio de 1 establecimiento por cada 1.000 habitantes. Dada la densidad demográfica, la oferta de educación es menor en la ciudad, al mismo tiempo que los establecimientos educativos tienen un mayor número de alumnos.

El sistema de salud del Distrito se estructura en 16 áreas, en las cuales funcionan 300 centros públicos y privados. En promedio existen 13,1 establecimientos para cada 100.000 habitantes, con una proporción de 3 a 2 establecimientos públicos frente a los privados. Las principales causas de morbilidad en el Distrito son las Infecciones Respiratorias Agudas (65%), las Enfermedades Diarreicas Agudas (12%), las Enfermedades Transmisibles Sexualmente (9%) y las enfermedades crónicas (8%). El perfil epidemiológico muestra igualmente una mayor incidencia en los niños y las personas adultas mayores. Empero, estas enfermedades no representan las principales causas de mortalidad en la población, que alcanza 5,77 muertes por cada 100.000 habitantes. Así, los accidentes de tránsito (20%), la diabetes (14%), las Enfermedades Pulmonares de Obstrucción Crónica (10%) y las IRA (10%) son las causantes de muertes más importantes. La importancia de los accidentes de tránsito en la mortalidad es un fenómeno que no es único al Distrito; efectivamente, en el país la tasa alcanza niveles muy superiores al resto de los países andinos.

3. Análisis ambiental

El análisis ambiental hace el tratamiento de variables importantes para el perfil del Distrito, que son la geografía, los riesgos ambientales, la contaminación por ruido y el manejo de los desechos sólidos.

3.1 Geografía

El Distrito Metropolitano de Quito se localiza en la provincia de Pichincha, al norte del Ecuador en la cordillera Occidental de los Andes.

Hidrografía

La superficie del Distrito se extiende en más de 423.000 ha, y se ubica entre los 500 y 4.790 msnm (Narváez y Albornoz, 2011). El DMQ se localiza en la cuenca interandina del río Guayllabamba (4.710 km²), que está formada por una depresión estrecha menor a 20 km de ancho y se ubica entre dos cordilleras (Oriental y Occidental).

El sistema hidrográfico de la cuenca se constituye por ríos de montaña, principalmente el río Guayllabamba y sus afluentes. Existen cuatro ríos principales que recorren el territorio del Distrito. El río Machángara se origina en el cerro Atacazo y recorre paralelamente a la ciudad de Quito. Este río confluye con el río San Pedro para dar nacimiento al río Guayllabamba. El río Monjas se origina en las laderas orientales del volcán Rucu Pichincha y desemboca en el río Guayllabamba en la población de San Antonio de Pichincha. El río San Pedro nace en el volcán Illiniza y atraviesa los cantones Mejía y Rumiñahui. El río Pita nace en los páramos del Cotopaxi y del Sincholagua, y es una de las principales fuentes de agua para consumo humano de Quito.

Climas

Existen 15 tipos de clima en el DMQ, dada la ubicación geográfica y la constitución geográfica del territorio. La caracterización de estos climas se hace en función del régimen de precipitaciones, el valor de los máximos pluviométricos, la precipitación media anual y la temperatura media anual (PNUMA, 2011:47).

La ciudad de Quito tiene un clima templado húmedo, con 75% de humedad relativa promedio anual y una temperatura promedio de 14,8°C, que puede variar durante el día entre 4°C y 28°C. Para el año 2011, la temperatura varió entre 13,5°C y 16,1°C (Díaz et al., 2011).

Las precipitaciones más importantes (mayores a 1.400 mm) se localizan cerca de los volcanes Pichincha, Atacazo y Paschoa, así como en el Valle de los Chillos. Al contrario, en el norte existe un menor nivel de precipitaciones. Es el caso del valle de Tumbaco, la depresión de Guayllabamba y San Antonio de Pichincha. La época lluviosa ocurre dos veces al año, desde febrero a mayo y, desde octubre a diciembre. Los meses con menor precipitación y mayor insolación son junio, julio y agosto.

Ecosistemas

En el DMQ se pueden identificar siete ecosistemas, que son de vital importancia para el abastecimiento del agua en la ciudad.

- El *páramo* se encuentra en las dos cordilleras del DMQ, entre los 3.000 y 4.500 m. Es un ecosistema que almacena y distribuye agua de excelente calidad hacia los valles mediante múltiples canales como quebradas, ríos, lagunas y humedales. La principal amenaza de estos ecosistemas es la quema por extensión de cultivos y pastizales.
- El *bosque montano alto* se extiende desde los 3.000 hasta los 3.400 m; el suelo y los árboles se encuentran cubiertos por una densa capa de musgos. La irregularidad del terreno genera caídas de agua que la oxigenan y permiten el apareamiento de especies endémicas. Estos ecosistemas ofrecen agua de calidad y en cantidad suficiente para el abastecimiento de los centros poblados del DMQ. El agua en la vegetación, la que produce un efecto de canalización, creando riachuelos y humedales de aguas limpias. La principal amenaza de este ecosistema es la extracción excesiva de madera y musgos.
- El *bosque nublado* es un conjunto de ecosistemas ubicados en las laderas entre los 1.800 y 3.000 msnm, que se caracteriza por una alta humedad y precipitación durante todo el año. Los bosques nublados son reservorios importantes de biodiversidad y de agua. Este ecosistema produce grandes cantidades de agua evaporada. Los ríos son torrentosos y muy oxigenados, en los que habitan especies propias. En el DMQ este ecosistema se protege de la tala de árboles y uso del suelo, ya que se ubica en las laderas pronunciadas de las cordilleras.
- El *bosque montano bajo* va desde los 1.300 hasta los 1.800 msnm, son selvas siempreverdes, en donde, típicamente las estaciones secas duran menos de un mes al año. Tienen una biodiversidad genética importante, crecen en pendientes y crestas. Además mantiene flujo natural de los ríos, con una mayor anchura, de corrientes fuertes y de menor pendiente. La preservación de este ecosistema depende de la extracción racional de madera y la apertura de pastizales para la ganadería. Este ecosistema de montaña es una cubierta protectora en las laderas empinadas, reduciendo la erosión.
- El *bosque piemontano* está ubicado entre 600 y 800 msnm; son ecosistemas de condiciones compartidas con hábitats costeros y alto andinos, generando una alta diversidad endémica. Los ríos son anchos y llenos de especies de peces, por lo que su uso irracional ha provocado un desequilibrio. La tierra ha sido deforestada para la cría de ganado. La preservación depende de la reforestación de las tierras explotadas y la racionalización en la pesca.
- Los ecosistemas de *matorral altoandino* se ubican en los valles del Distrito entre 2.000 y 3.000 msnm. En el DMQ, ha sido reemplazado por cultivos y especies arbóreas exóticas, especialmente el eucalipto. Se caracterizan por tener una vegetación en forma de matorrales o plantas leñosas, encontrada principalmente en barrancos o quebradas. La contaminación en los ríos ha sido discriminada, al punto que son ríos muertos. La falta de un sistema de tratamiento de aguas en Quito no permite su recuperación.

- El *bosque seco* se encuentra en el valle de Guayllabamba entre 1.400 y 2.500 msnm. La vegetación que domina son las plantas espinosas, secas y de tonalidades grises, pero la vegetación más densa y verde es una señal de tierra apta para la agricultura. Este ecosistema se encuentra amenazado por las quemadas de bosque y la apertura de canteras.

3.2 Riesgos ambientales

Según el Equipo Técnico del Metro de Quito (2012:1), un peligro es “un evento físico, un fenómeno o una actividad humana potencialmente perjudicial, pudiendo causar la pérdida de vidas o lesiones, daños a la propiedad, alteración económica y social o degradación ambiental”. Por su parte, riesgo es la “probabilidad de consecuencias dañinas o pérdidas esperadas (de vidas, gente lesionada, propiedades, calidad de vida, actividad económica alterada, ambiente dañado) como resultado de la interacción entre los peligros naturales y los inducidos por el hombre” (MDMQ, 2012).

El DMQ está expuesto a tres clases de riesgos ambientales que son los riesgos volcánicos, riesgos sísmicos y las inundaciones.

Actividad volcánica

Varios volcanes potencialmente activos se distribuyen siguiendo cuatro alineamientos (cordillera Occidental, del callejón interandino, de la cordillera Real y en el Oriente) (MDMQ, 2008). El Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional (IG – EPN) mantiene una red de monitoreo de los volcanes Antisana, Cayambe, Cotopaxi, Guagua Pichincha, Reventador y Sangay.

Para el DMQ, es importante tener en cuenta la actividad de los volcanes Antisana, Cotopaxi, Guagua Pichincha y Reventador por varias razones. La principal reserva de agua de la ciudad, La Mica, se encuentra en zonas vecinas al volcán Antisana. En caso de una erupción, el Cotopaxi puede expulsar lava y material incandescente hacia los valles de la ciudad. Históricamente el volcán Guagua Pichincha ha presentado varios episodios eruptivos, el último siendo en 2004, generando nubes de ceniza dirigidas hacia la ciudad. Según el IG – EPN (2010), algunas zonas de la ciudad pueden ser afectadas por flujos calientes y lahares, pero el sur de Quito se encuentra protegido por una barrera natural formada por la cadena montañosa Ungui – El Cinto. Por último, el volcán Reventador no es una amenaza directa, sin embargo las nubes de ceniza fueron dirigidas con el viento hacia la ciudad y los valles.

Durante el año 2010, la actividad del volcán Antisana es superior a la de años anteriores. El sistema hidrotermal del volcán es continuamente alimentado por fluidos provenientes del glaciar, lo que genera movimiento al interior de la infraestructura. En los últimos años el volumen de fluidos involucrados es de importancia, generando así un elevado número de eventos sísmicos. Sin embargo, no se han observado manifestaciones superficiales asociadas con este tipo de actividad (IG-EPN, 2010).

Para el año 2009, el volcán Cotopaxi muestra un comportamiento similar (IG-EPN, 2009). Su actividad sísmica tuvo un nivel alto, que se debe principalmente a la movilización de fluidos al interior del edificio volcánico. De igual forma que en el Antisana, no se registraron anomalías ni manifestaciones de actividad superficial.

En la actualidad, el volcán Guagua Pichincha no ha presentado amenazas a la ciudad desde el año 2010. La actividad sísmica durante ese año se mantiene en niveles de años anteriores, con un predominio de eventos asociados a ruptura de rocas. En los últimos cinco años se ha dado un incremento de la actividad sísmica y de continuas explosiones y emisiones (IG-EPN, 2010), por lo cual es necesario mantener el constante monitoreo de la actividad del volcán Guagua Pichincha.

En el año 2009 se generaron tres períodos eruptivos importantes en el volcán Reventador. Los flujos de lava fueron depositados en los flancos del volcán, sin causar afectación a centros poblados. Se generaron columnas de emisión con contenido de ceniza, sin que este producto haya afectado a los centros poblados.

Actividad sísmica

Según el Municipio de Quito (2010:4), la ocurrencia de terremotos puede considerarse como una variable estacionaria, en la medida que en donde han ocurrido grandes terremotos es probable que en el futuro ocurran otros de magnitud similar.

Quito es un sistema de fallas, compuesto por la falla central de la ciudad y fallas circundantes. Las fallas inician a la altura de Tambillo al sur y avanza hacia el norte hasta San Antonio de Pichincha, definiendo un trazado de 47 a 50 km de longitud. Morfológicamente está representado por las colinas de Puengasí, Lumbisí, el Batán – La Bota y Bellavista – Catequilla. Para la falla de Quito, el bloque sobre el que se asienta la ciudad se levanta aproximadamente a 400 m con respecto al valle interandino. Este es un caso típico de fallas ocultas, pero que muestran actividad sísmica constante en el tiempo (MDMQ, 2012).

Inundaciones y ocupación de quebradas

El clima en el Distrito se caracteriza por un alto nivel de precipitaciones, lo cual aumenta el riesgo de inundaciones. Para esto, la Secretaría de Seguridad y Gobernabilidad preparó el Plan de Prevención y Respuesta para la Temporada de Lluvias en el DMQ, octubre 2012 – mayo 2013.

Dicha institución realizó un pronóstico de la pluviosidad, en la cual se afirma que las precipitaciones se encuentran sobre y dentro del nivel normal de los promedios climatológicos. Se indica igualmente que las lluvias son irregulares, abundantes y en un período corto de tiempo. Esto genera varios efectos en la canalización del agua en la ciudad, como sobrecarga, taponamiento o colapso del sistema de alcantarillado; saturación de suelos por escorrentías superficiales; inundaciones y acumulación de agua en las partes bajas; movimientos en masa (deslizamientos, derrumbes, hundimientos y flujos de lodo con escombros), en áreas con taludes inestables y con pendiente pronunciada, laderas y quebradas; afectaciones de los asentamientos humanos, infraestructura de servicios básicos, bienes públicos y privados en estas zonas.

Las quebradas del DMQ tienen distancias muy cortas entre 1 y 10 km, que bajan desde la cumbre del Pichincha (4.627msnm) hasta la parte baja de la ciudad a 2.700 msnm, y consecuentemente tienen pendientes muy pronunciadas. El suelo volcánico es altamente erosionable, por lo que las lluvias intensas que producen flujos torrenciales han provocado cauces profundos de 10 a 30 o más metros (Fernández, 1996).

Dentro del Plan Lluvias se identifican 76 zonas de riesgo en el DMQ, que son laderas, taludes de quebradas y ríos. Este es un alto nivel de ocupación ya que existen 85 quebradas que bajan desde las laderas del volcán a la ciudad. Según Ayabaca (1995:1) las inundaciones son los más frecuentes desastres sobre la ciudad. Las quebradas de Rumipamba y Rumiurco presentan mayor peligrosidad por el flujo de lodos, riesgo que se acentúa por la deforestación.

Otro riesgo importante que surge de la interacción entre las actividades humanas y el medio ambiente son los incendios forestales. En condiciones de poca pluviosidad y sequías, especialmente en el área nororiental del Distrito, existe una propensión mayor a los incendios. Desde junio hasta septiembre del 2012 se produjeron 2.565 incendios forestales, destruyendo 3.796 ha en el Distrito; en AZ Tumbaco se reporta una mayor cantidad de incendios forestales, aunque en AZ Quitumbe las áreas de afectación tienen una mayor superficie⁶. Con la finalidad de reducir el impacto de los incendios, el Cuerpo de Bomberos de Quito ha implementado el Plan de Prevención de Riesgos, cuyos pilares más importantes son la participación comunitaria para la identificación de responsables y la prevención de riesgos en las escuelas del DMQ⁷.

3.3 Desechos sólidos

La EPM de Aseo de Quito (EMASEO) es la empresa que se encarga del manejo de los residuos sólidos domiciliarios e industriales en el Distrito. A través de la EPM de Gestión Integral de Residuos Sólidos (EMGIRS), EMASEO regula la infraestructura del sistema municipal de gestión de residuos sólidos del Distrito⁸. La empresa establece Planes de Servicios de Aseo para las ocho Administraciones Zonales del Distrito.

Generación municipal

Según datos de EMASEO, en 2012 se generó un total de 792.522,2 toneladas de basura en el Distrito. Esto equivale a 1.993,2 toneladas diarias y una generación diaria de 0,85 kg de basura per cápita en el DMQ.

Se puede estudiar la composición de la basura y el origen. La basura doméstica representa 61,8% de la basura generada total (1.231,6 t/día), mientras que la basura comercial es 15,9% (317,2 t/día) y la basura de mercados es 13,7% (273,4 t/día). La composición muestra una presencia mayoritaria de desechos orgánicos de cocina (54,6%), rechazos (10,4%) y fundas plásticas (6%).

Dentro de la basura doméstica, 51,4% son desechos orgánicos de cocina, 12,6% son rechazos y 6,2% es basura menor a 1 cm. La basura comercial está compuesta principalmente de desechos orgánicos (49,1%), fundas plásticas (9,7%) y papel (7,7%). Por último la basura de los mercados se compone esencialmente de desechos orgánicos de cocina (83,6%), rechazos (5,4%) y fundas plásticas (3,9%).

⁶ Diario La Hora. <http://www.lahora.com.ec/index.php/noticias/show/1101399596#.UbjvOpy295E> [Consulta: 12/06/2013]

⁷ Cuerpo de Bomberos de Quito. <http://www.bomberosquito.gob.ec/bomberos/index.php> [Consulta: 12/06/2013]

⁸ EMGIRS. <http://emgirs.gob.ec/index.php/quienes-somos/objeto-principal> [Consulta: 13/03/2013]

Servicio público de recolección

EMASEO recolectó un total de 595.006,97 toneladas de basura durante el 2012, lo que equivale a un promedio de 1.625,08 toneladas por día. La mayor cantidad de basura recolectada se obtuvo en los meses de marzo (1.712,1 t/día), octubre (1.708,7 t/día) y diciembre (1.697,3 t/día).

La recolección de basura no cubrió a las necesidades del Distrito en su totalidad. La tasa de cobertura de los servicios de recolección es 81,5% de los hogares⁹. Los desechos no recolectados tuvieron una dimensión de 368,2 toneladas por día.

Considerando la división del Distrito, se cuenta con ocho Administraciones Zonales (AZ). La recolección más importante se genera en las AZ de Eugenio Espejo, Eloy Alfaro y La Delicia, con 27,3%, 18,8% y 13,2% respectivamente. En Eugenio Espejo la recolección de la basura fue de 162.262,8 toneladas, en Eloy Alfaro fue de 112.050,2 toneladas y en La Delicia fue de 78.308 toneladas.

El servicio de recolección de basura de EMASEO cubre a la mayoría de parroquias del DMQ. Aunque todas las parroquias urbanas cuentan con el servicio de recolección de basura, algunas parroquias rurales poseen un servicio descentralizado. Este es el caso de las parroquias de El Quinche, Gualea, Nanegal, Nayón, Tababela y Yaruquí. Según estimaciones de EMASEO, para el 2012 estas parroquias tienen 78.579 habitantes, lo que representa 3,3% de la población del Distrito.

Adicionalmente, desde enero del 2012 se implementó la Primera Fase de Contenerización de la basura en 6 barrios de Quito. EMASEO estima que la población beneficiada son 72.300 personas que habitan el noroccidente de la ciudad. Existen 548 contenedores de los cuales 420 tienen una capacidad de 2.400 kg y 128 de capacidad de 3.200 kg (EMASEO, 2012:7).

En el 2012, EMASEO realizó una identificación de los principales puntos problemáticos de disposición de la basura en la ciudad. Se pudieron contabilizar 120 puntos en el área urbana, incluyendo Calderón, Zámbriza y Nayón. Además, se pudieron identificar 50 lugares de faena de aves, los cuales disponían de los desechos directamente en las quebradas, canales y ríos vecinos. Al estudiar la localización geográfica de estos puntos, se encuentra que 57 quebradas y dos ríos de la ciudad se encuentran en alto riesgo de contaminación. Los ríos contaminados son el río Grande y el río Machángara.

Botaderos y rellenos sanitarios

Las quebradas y laderas han sido históricamente lugares para la disposición de desechos sólidos en la ciudad¹⁰. Desde los años 1940 hasta 2003, el Distrito contaba con numerosos botaderos no controlados. El único botadero controlado estaba ubicado a proximidad del barrio de Zámbriza, en una de las parroquias urbanas al norte de la ciudad, pero dada la falta de planificación técnica y conocimientos al momento de construir el relleno, se procedió a su clausura en 2012.

En 2003, el relleno sanitario de El Inga entra en operaciones. Ubicado entre Pintag y Pifo en el valle de los Chillos, se planificó que el relleno sanitario permita la ubicación de la basura del Distrito

⁹ La tasa se calculó con las estimaciones de generación y recolección por día.

¹⁰ Entrevista hecha al Ing. Javier Cabrera, Analista de Producción y Tecnología de EMASEO, el día jueves 14 de marzo del 2013.

durante 14 años, para lo que se dividió al proyecto en tres etapas. El Inga I inició sus operaciones entre enero del 2003 y mayo del 2007 y contiene 4 cubetos. El Inga II contiene 2 cubetos e inició su operación en junio del 2007 hasta septiembre del 2012, desde entonces se opera el cubeto de transición de El Inga III, mientras los demás cubetos puedan ser operados en su totalidad.

La proximidad del botadero al cantón Rumiñahui permite que la basura recolectada en las localidades vecinas al Distrito sea depositada también en El Inga. Se estima que 100 toneladas diarias adicionales entran por concepto de basura del cantón Rumiñahui, pero no se posee información precisa.

El sistema de recolección y disposición final de los desechos se compone de dos estaciones de transferencia y el relleno sanitario de El Inga. La Estación de Transferencia Norte¹¹ es una estación de descarga y almacenamiento de alta capacidad, en donde se receptan los residuos generados por la zona centro – norte del Distrito. Cuenta con ocho andenes para el almacenamiento y tres para la separación de desechos. EMGIRS estima que aproximadamente 580 toneladas mensuales de basura está compuesta de material reutilizable. La separación divide a las botellas de plástico, aluminio, cartón, papel, vidrio, etc. y se realiza de forma manual por la Asociación Vida Nueva, de la que hacen parte 225 recicladores.

La Estación de Transferencia Sur¹² es una estación de carga directa de alta capacidad con compactadora de desechos, en donde se recoge la basura generada en la zona sur del DMQ. El área de transferencia es un espacio de 1.800 m², los residuos son depositados temporalmente en el galpón de transferencia y empujados con una cargadora frontal hacia la compactadora. En esta estación no se realiza separación de material reutilizable.

EMGIRS opera el relleno de El Inga mediante criterios técnicos de diseño y operación¹³. Los cubetos son diseñados considerando el manejo de aguas subterráneas, la facilidad de la operación, el manejo de lixiviados y la extracción de biogás. La operación considera las siguientes fases:

- *Control del ingreso:* en el relleno deben ingresar los desechos sólidos urbanos no peligrosos. Se hace un control de la masa de basura que ingresa así como de la calidad de la misma.
- *Preparación del sitio de disposición:* la celda diaria es el área donde se dispondrán los desechos dentro del cubeto, y es determinada por el operador. Incluye la remoción de la capa superficial de tierra para que la nueva capa de desechos se deposite sobre la capa anteriormente cubierta. De esta manera no quedan capas de tierra entre los desechos.
- *Tendido y acondicionamiento:* es la disposición homogénea de los desechos en capas no mayores a 60 centímetros, mediante el uso de un tractor o compactador de rellenos. Así se logra evitar problemas en la estabilidad de las celdas.
- *Cobertura y conformación final de la celda:* se recubre la basura con una capa de al menos 35 cm de tierra. La compactación final se hace con una motoniveladora y un rodillo.

¹¹ EMGIRS. <http://emgirs.gob.ec/index.php/operaciones/estacion-de-transferencia-norte> [Consulta: 15/03/2013]

¹² EMGIRS. <http://emgirs.gob.ec/index.php/operaciones/estacion-de-transferencia-sur> [Consulta: 15/03/2013]

¹³ EMGIRS. <http://emgirs.gob.ec/index.php/operaciones/relleno-sanitario> [Consulta: 15/03/2013]

- *Conformación y cobertura final de una terraza:* una terraza está compuesta por dos o más niveles de una serie de celdas diarias, cuyas dimensiones son especificados en los planos definitivos. La cobertura final de tierra se hace con tierra hasta alcanzar 50 cm de espesor, de acuerdo a las instrucciones emitidas por la Fiscalización del Contrato o sus delegados.
- *Otras actividades complementarias:* manejo y tratamiento de lixiviados; captación, transporte y combustión controlada de biogás; tratamiento y disposición final de desechos hospitalarios; aspectos ambientales y sociales.

Tratamiento de lixiviados

El lixiviado es el líquido que resulta de la infiltración del agua de lluvia que se mezcla con los productos de la degradación de los desechos orgánicos que se encuentran en los cubetos del relleno sanitario¹⁴. Este líquido arrastra una parte de los sólidos que se encuentran disueltos o suspendidos.

- Según la EMGIRS, los lixiviados de El Inga contienen generalmente una alta concentración de materia orgánica, sólidos suspendidos totales, alto contenido de nitrógeno y fósforo, baja presencia de patógenos y bajas concentraciones de metales pesados. Se estima un volumen de 70.000 m³ de líquido acumulado en las diferentes piscinas. El Inga dispone de un sistema de tratamiento de lixiviados conformado por dos plantas:
- Planta de Tratamiento de Lixiviados MBR y Sistemas de Osmosis Inversa Nacional e Italiana, que está en operación desde abril del 2006 y tiene un caudal aproximado de 1,50 litros por segundo.
- Planta de Tratamiento de Lixiviados VSEP (Osmosis Vibratoria), con una capacidad de tratamiento de 2,00 litros por segundo.

El Sistema de Lixiviados del relleno de El Inga realiza las siguientes actividades:

- Medición y determinación de caudales de ingreso a la piscina de recolección de lixiviado joven
- Impulsión de lixiviados desde la piscina de recolección hacia las diferentes piscinas de almacenamiento
- Medición y determinación de caudales desde las piscinas de almacenamiento hacia las Plantas MBR y VSEP
- Medición de caudales de ingreso en las Plantas MBR y VSEP
- Monitoreo del sistema de almacenamiento y de los procesos de tratamiento.

Regulación y control

El Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS) forma parte de la División de Salud y Ambiente de la Organización Panamericana de la Salud (OPS). Sus acciones tienen como finalidad apoyar a los países de América en el manejo de los problemas ambientales que

¹⁴ EMGIRS. <http://emgirs.gob.ec/index.php/quienes-somos/objeto-principal/1-tratamiento-de-lixiviados> [Consulta: 13/03/2013]

constituyen riesgos para la salud humana, como son los relacionados con el abastecimiento del agua, tratamiento y reúso de aguas residuales, manejo de desechos domésticos y otros provenientes de las actividades económicas y de las sustancias química¹⁵.

Dentro de este marco de referencia, el CEPIS se encarga de la elaboración de instrumentos metodológicos para el registro, control de calidad y diseminación de las fuentes de información. Según estimaciones del CEPIS, la generación de basura en las ciudades de América Latina tiene un crecimiento anual de 0,01 kg/cap/día.

La recolección de basura debe asegurarse dentro de un intervalo entre 0,35 kg/cap/día y 0,75 kg/cap/día. Es importante notar que esta regulación fue construida en 2003, y desde entonces no se han actualizado los valores extremos. La ciudad de Quito se encuentra en el intervalo establecido, alcanzando una recolección de 0,68 kg/cap/día. La generación alcanza un valor de 0,85 kg/cap/día.

En el relleno sanitario se realiza el control de calidad de los lixiviados, bajo criterios operativos y ambientales. El criterio operativo permite determinar la calidad del líquido según es tratado en los diversos sistemas. El criterio ambiental permite la verificación de la calidad del lixiviado en relación a la normativa ambiental, previa su descarga al ambiente.

Primeros años de funcionamiento de El Inga

Como explica Cabrera (2013), el manejo de los botaderos de basura del DMQ forma parte de los procesos políticos en los cuales influyen intereses particulares. Así, el Informe General sobre el Relleno Sanitario Ciudad de Quito preparado por la Dirección de Auditoría de Proyectos y Ambiental de la Contraloría General del Estado pone en evidencia la mala gestión y los negociados que se dieron en las primeras etapas de la operación (CGE, 2012:64). La Contraloría auditó igualmente las acciones para la remediación de los pasivos ambientales de los cubetos 1, 2, 3 y 4 del Relleno Sanitario El Inga I. La inspección del 13 de mayo del 2010, el equipo de la Contraloría constató las siguientes fallas ambientales en las cubetas en funcionamiento (CGE, 2012:73):

- Lixiviado acumulado,
- Fisuras superficiales,
- Escape de biogás,
- Presencia de olores,
- Agua acumulada.

A pesar de los perjuicios ambientales y contractuales, El Inga siguió funcionando y en la actualidad, EMGIRS no cuenta aún con la licencia ambiental para la operación del relleno sanitario y las estaciones de transferencia¹⁶. Por decisión del Ministerio del Ambiente (MAE), se realizó el Estudio de Impacto Ambiental ex post de las estaciones de transferencia y las tres fases del relleno sanitario El Inga. En la actualidad, la respuesta final y la validación del proceso están pendientes en manos del MAE.

¹⁵ CEPIS – OPS. http://www.paho.org/spanish/hep/hes/hes_cepis.htm [Consulta: 15/03/2012]

¹⁶ EMGIRS. <http://emgirs.gob.ec/index.php/quienes-somos/objeto-principal/2-estudio-de-impacto-ambiental> [Consulta: 15/03/2013]

3.4 Ruido

Desde 2003, el DMQ cuenta con un monitoreo del ruido ambiental, con estaciones móviles distribuidas en varias avenidas y calles de la ciudad, además de estaciones fijas en Jipijapa (Norte), Centro y El Camal (Sur).

Norte

En la estación de Jipijapa se observa una fluctuación entre 55 y 70 dB, con picos alcanzados a 75 – 80 dB. Se atribuyen estos picos a las tormentas eléctricas y otros períodos de mayor pluviosidad. Los truenos pueden alcanzar niveles mayores a 110 dB (Díaz et al., 2011:224).

Los meses de junio y octubre se muestran como los meses más tranquilos, mientras que enero fue el mes más ruidoso. Las horas de mayor ruido son entre las 8h00 y 18h00, con niveles de 64 dB en promedio. Las horas más tranquilas son entre la 1h00 y 4h00, alcanzando niveles de 58 dB.

Centro

La estación del Centro presenta una mayor variación de los niveles de ruido. Los mínimos son menores a 50 dB, los máximos pueden superar 85 dB y los picos están presentes en todos los meses del año. Esta variabilidad se debe en cierta medida a la localización de la estación, que se encuentra aislada en un edificio colonial y al mismo tiempo muy cerca de la Plaza San Francisco, en donde se desarrollan eventos como conciertos, fuegos artificiales y otras actividades recreacionales.

El mes de julio es el más tranquilo, mientras que en Diciembre se registra un mayor nivel de ruido. Las horas con mayor ruido son entre 12h00 y 13h00 alcanzando un promedio de 59 dB. Las horas más tranquilas son entre 3h00 y 4h00, alcanzando niveles de 49 dB. Se observa una variabilidad creciente desde las 18h00, alcanzando un intervalo entre 50 dB y 62 dB a las 21h00.

Sur

En la estación de El Camal, se observan niveles que fluctúan entre 50 dB y 65 dB. Se aprecian algunos picos en abril, julio, agosto, noviembre y diciembre que superan los 75 dB – 80 dB.

El mes de abril es el más ruidoso y el mes de noviembre el más tranquilo. Las horas más ruidosas se encuentran entre las 7h00 y las 18h00, alcanzando un máximo de 64 dB a las 18h00. Las horas más tranquilas son entre las 3h00 y 4h00, con niveles menores a 55 dB.

Regulación y control

El ruido ambiental es un problema que ha sido incluido en la regulación ambiental en años recientes. El desarrollo del centro urbano conlleva un mayor nivel de ruido, que se debe en mayor medida a la presencia de industrias y automóviles. La contaminación por ruido es invisible en la medida que no deja residuos o marcas en el ambiente. Sin embargo, sus efectos son visibles en la salud física y psicológica de las personas (Díaz et al., 2011:22).

Para la ciudad de Quito, los límites de ruido permisibles para fuentes fijas (actividades industriales, comerciales y de servicios) y móviles (vehículos, buses, motos) y los mecanismos para su evaluación

son establecidos en dos instrumentos legales: la Norma Técnica de la Ordenanza Metropolitana N° 213 del DMQ (Resolución 002) y el Anexo 5 del Libro VI del TULAS.

En la resolución se establecen los niveles máximos permitidos de ruido para fuentes fijas según la tipología del uso del suelo. Así, para zonas de equipamiento y protección, el nivel diurno (entre 6h00 y 20h00) es de 45 dB y el nocturno (de 20h00 a 6h00) es de 35 dB. En zonas residenciales, los límites son 40 y 50 dB; en zonas residenciales múltiples, de 55 a 45 dB; en las zonas comerciales, de 60 a 50 dB; y en las diferentes zonas industriales de 70 a 50 dB.

Desempeño ambiental del DMQ

El Distrito se encuentra en un territorio naturalmente diverso. Se ubica en la cuenca interandina del río Huayllabamba, al cual confluyen 4 ríos, Machángara, San Pedro, Monjas y Pita. El sistema hídrico del río Pita es una de las principales fuentes de agua para consumo en el Distrito, mientras que los otros ríos se encuentran severamente contaminados. Las diferencias en la altura y en el nivel de precipitaciones están al origen de 15 tipos de clima y una variedad de paisajes y ecosistemas. En el Distrito se encuentran 7 ecosistemas diferentes, que son de vital importancia para la renovación de los ciclos del aire y del agua. El uso irracional de los recursos del agua, la explotación de las tierras fértiles, la polución de la ciudad, la destrucción de la vegetación endémica y el cambio climático son factores que ponen en riesgo la preservación de estos sistemas naturales y de sus servicios ambientales.

Los riesgos ambientales son amenazas a la vida y a la actividad económica, que pueden ser acentuados por la intervención humana en el ambiente. El Distrito es vulnerable a tres tipos de riesgos. Primero, la ubicación geográfica del Distrito en la cordillera de los Andes resalta la necesidad de mantener una vigilancia activa en los volcanes vecinos, aunque en años recientes su actividad ha sido reducida. Segundo, la actividad sísmica ha sido históricamente importante, por lo que es muy probable que en el futuro se repliquen sismos con graves impactos. Por último, la variabilidad en el nivel de precipitaciones causada por el cambio climático incrementa el riesgo de inundaciones. A esto se suma la ocupación de laderas y quebradas para la vivienda o como botaderos, que funcionan naturalmente como canales naturales de desagüe, poniendo en riesgo mayor a las actividades en la ciudad.

El manejo de los desechos sólidos es un factor sustancial dentro de la gestión ambiental de la ciudad, considerando la generación, la recolección y la disposición final de los mismos. A nivel del Distrito, se genera 0,85 kg de basura per cápita al día, siendo compuestos de basura orgánica de cocina (54%) que provienen principalmente de los hogares (62%). La recolección cubre 82% de las viviendas, lo que significa que aproximadamente 370 toneladas diarias son dispuestas en quebradas, ríos, canales o son enterradas. Así, al 2012 existen 120 puntos críticos de recolección de basura, contaminando a 57 quebradas y canales de la ciudad. La basura es separada sólo en una estación de transferencia (Norte) antes de ser enviada al botadero de El Inga para su disposición final. EMGIRS gestiona el botadero con criterios técnicos y cuenta también con una planta de tratamiento de lixiviados, sin embargo, dado el conflicto de intereses y las violaciones ambientales de las primeras etapas de funcionamiento, todavía no cuenta con una licencia ambiental.

La contaminación acústica es perceptible en la salud física y mental y en la calidad de vida de los habitantes. Es por esto que la legislación ambiental incluye una regulación específica respecto al ruido generado en los diferentes usos del suelo urbano (según el PUOS). La Secretaría del Ambiente cuenta con tres estaciones (Jipijapa, Centro y El Camal) que monitorean continuamente el ruido, pero la ubicación de las mismas no obedece a la lógica establecida en la ley. La estación de Jipijapa puede ser una estación para el control de zonas residenciales múltiples, así como la estación del Centro. La estación de El Camal puede servir de aproximación de las zonas industriales, pero también se encuentra rodeada de viviendas. Es decir, cada estación permite monitorear el ruido emitido en varios usos del suelo, sin permitir hacer una distinción y comparar con los estándares de la legislación. Así, aunque ninguna estación registra niveles superiores al límite de contaminación, la información generada no es óptima.

Una vez estudiado las condiciones económicas, sociales y ambientales de la ciudad, es pertinente iniciar el análisis de la contaminación del aire y del agua. Partiendo desde el problema económico de la delimitación de derechos y la inexistencia de un sistema de precios, en el siguiente capítulo se investiga los niveles de contaminación permitidos y reales, para terminar con una aproximación de los efectos de la contaminación en la salud de los habitantes del Distrito.

La contaminación del aire y del agua en Quito

Después de haber considerado las condiciones económicas, sociales y ambientales en las que funciona la ciudad de Quito y sus áreas rurales, es importante ahora estudiar la calidad del medio ambiente que ofrece a sus habitantes. En el presente capítulo se realizará el estudio de la contaminación ambiental, tanto del aire como del agua, para lo que se debe en un primer tiempo resaltar las fallas del mercado que permiten que esta contaminación se genere. Posteriormente se indagará sobre la regulación existente sobre estos dos recursos así como los instrumentos de monitoreo ambiental, para establecer después los niveles de contaminación que se está generando. Por último, se hará un análisis de las principales enfermedades causadas por esta degradación ambiental, resaltando la importancia de mantener la calidad ambiental en la ciudad.

1. Las externalidades del aire y del agua

El aire y el agua son dos bienes caracterizados por la presencia de externalidades en su uso. Desde la perspectiva de la economía del bienestar, se puede afirmar que tanto el aire como el agua son bienes para los cuales no se ha asignado un precio de mercado, lo que torna ineficiente su utilización. Según la teoría económica, el aire y el agua pueden ser caracterizados como bienes comunes.

1.1 El aire como un recurso común

Para efectos de interpretación económica, se considera que el aire es un recurso común de libre acceso. Como tal, su utilización está sujeta a una degradación masiva. Esto no significa, por lo tanto, que el aire es un recurso agotable; al contrario, la extensión de la atmósfera terrestre dota al planeta de grandes cantidades de aire.

Para ser categorizado como un recurso común, el aire debe cumplir con dos principios. Primero, un bien común no tiene derechos de propiedad definidos sobre sí mismo. El aire es un bien intangible, que no pertenece a nadie, está presente en todas partes y su acceso no tiene restricciones de ningún tipo. Segundo, un recurso común puede ser mal utilizado dado que no existen restricciones en el acceso al mismo. En el ejemplo de la pesca desarrollado previamente, la incautación excesiva de peces por un número creciente de barcos reduce su rendimiento; sin mencionar que el ciclo de reproducción natural se ve alterado y en el futuro el rendimiento será aún menor.

Afirmar que existe una mala utilización del aire implica la existencia de un uso correcto del mismo, lo que no tiene sentido. El aire tiene múltiples usos (respiración, ventilación, entre otros) para todos los seres vivos del planeta, pero ninguno puede ser identificado como un uso óptimo o eficiente.

El problema del aire está relacionado con su contaminación. Los agentes descargan compuestos químicos en el aire más de lo que se pueden disipar, eliminar o absorber en la naturaleza. La absorción de grandes cantidades de contaminación en los ecosistemas toma bastante tiempo, por lo

que en alta presencia de contaminantes a nivel del suelo, estos son mezclados en el mismo aire que es respirado.

Ante una población cada vez mayor, la contaminación se vuelve un problema más importante. Los bosques protectores y la vegetación natural constituyen filtros del aire contaminado, cuyo poder de absorción es limitado frente a la cantidad de emisiones que provienen de la ciudad. Esto se ve agravado por el crecimiento urbano, que destruye ambientes naturales que sirven de barrera de protección contra la propagación del aire contaminado.

La contaminación del aire genera externalidades negativas, en la medida que implican costos para terceros que no son tomados en cuenta por los agentes que contaminan. En la ciudad, la principal fuente de contaminación es el automóvil, como se profundizará más adelante. Si bien existen medidas que restringen la circulación de vehículos altamente contaminantes, los costos de circular en un vehículo particular no incluyen costos sociales de la contaminación. Por el contrario, las personas que respiran el aire contaminado deben incurrir en costos, principalmente de reposición del estado de salud. Esta externalidad negativa genera ineficiencia, en la medida que los usuarios de automóviles seguirán contaminando porque no incurrir en la totalidad de los costos; es más, los costos de reducir la contaminación son elevados, lo que genera un incentivo para seguir contaminando. Mientras tanto, las personas afectadas deberán seguir asumiendo los costos.

1.2 El agua como un bien público y un recurso común

Es importante distinguir el agua que servirá para la utilización en actividades humanas (consumo, utilización industrial, transporte, etc.) y el agua que ya ha sido utilizada. En esta distinción *ex ante* y *ex post* se fundamenta la diferencia del agua como un bien público o como un recurso común.

El DMQ cuenta con dos tipos de agua muy diferentes. Por una parte, el agua para consumo humano es potable y de alta calidad; esta es el agua provista por el servicio público. Por otra parte, el sistema de alcantarillado permite la recolección del agua de lluvia y de aguas servidas de la ciudad; este sistema se compone de canalizaciones y colectores de aguas residuales, que sirven como pozos sépticos y que desembocan en los ríos y quebradas de la ciudad (EPMAPS, 2011).

El agua que tiene como finalidad la utilización humana puede caracterizarse como un bien público. El abastecimiento de agua para la población urbana implica costos elevados de tratamiento, transporte, distribución, y otros costos operativos. Para que la producción pueda ser realizada por agentes privados, el beneficio marginal debe ser superior al costo marginal, lo que significa que el precio del servicio debe ser lo suficientemente alto como para cubrir los costos. Suponiendo que exista un precio elevado, grandes porciones de la población se verían desprovistas del servicio de agua por una incapacidad de pago. Se justifica entonces la intervención del Estado, mediante las entidades municipales, para producir este servicio básico a un precio de no mercado.

Para ser un bien público puro, el agua para uso humano debe cumplir con las propiedades de no rivalidad y no exclusión. La propiedad de no rivalidad permite que todos los individuos puedan gozar de los beneficios del consumo de un mismo bien; así, el consumo marginal de un usuario adicional no genera una reducción en la posibilidad de consumo de los usuarios existentes. En el DMQ, esta condición sí se cumple: el aumento de las conexiones para el servicio de agua potable no genera una reducción en el abastecimiento de agua para las conexiones existentes. Sin embargo, surge el

problema a mediano y largo plazo de depleción de las reservas de agua a medida que aumenta el consumo y el número de consumidores.

La propiedad de no exclusión establece que no es posible impedir el consumo de agua por un nuevo individuo, sin incurrir en costos elevados. En el DMQ el servicio de agua tiene una tarifa mensual, que permite cubrir los costos fijos productivos de la EPMAPS y determinar un monto variable según el consumo. El monto total, a pesar de ser subsidiado en función de criterios económicos y sociales, genera una barrera para las personas con un poder adquisitivo muy reducido. Por otra parte, las condiciones topográficas y naturales de la ciudad implican costos mayores en la provisión del servicio, para lo que estas nuevas conexiones se realizan por barrios o sectores y considerando una cantidad mínima de viviendas nuevas. Si bien la existencia de una tarifa impide el consumo de una porción de la población, la ubicación de las nuevas viviendas es un factor más importante de exclusión en el servicio. Así, el agua potable cumple con la propiedad de exclusión y puede ser considerado un bien público no puro.

Por el contrario, las fuentes receptoras del agua utilizada pueden ser concebidas como un recurso común de libre acceso. Su caracterización es muy similar al aire, en la medida que no tiene derechos de propiedad definidos. A pesar que existen derechos claramente delimitados para el agua de uso humano mediante la propiedad de las conexiones, las fuentes receptoras de agua contaminada no tienen ninguna delimitación. El problema del agua como un bien común deriva de la contaminación que reciben las fuentes de agua. Al igual que con el aire, la naturaleza tiene la capacidad de absorber ciertos niveles de contaminación del agua en el tiempo, principalmente de desechos orgánicos. Una sobrecarga de contaminación impide el procesamiento de residuos y la purificación natural del agua.

En el DMQ, la calidad del agua de las fuentes receptoras genera externalidades ambientales inciertas. Se realizó una evaluación de la calidad de las aguas servidas en varios puntos de la ciudad en 2008; este estudio permitió una corrección de los valores de otra investigación de años anteriores. Desde entonces, la EPMAPS se ha enfocado en identificar los puntos más críticos en el sistema de recolección de aguas y colectores para la implementación de la Planta de Tratamiento Vindobona. La caracterización de las aguas negras de la ciudad es un proceso investigativo reciente, por lo que se desconoce todavía el impacto de la presencia de aguas contaminadas a cercanía de las viviendas.

En años futuros, la presencia del agua contaminada puede perjudicar las fuentes de agua potable. La disposición de aguas servidas se hace principalmente en ríos, canales de agua y quebradas. El proceso de infiltración del agua desde las quebradas y los cursos de agua hacia aguas subterráneas puede ser perjudicial para la calidad de las mismas, que constituyen las principales fuentes de provisión futura.

Frente a la presencia de fallos en el mercado, es importante restaurar el equilibrio mediante la intervención estatal. La eficiencia de los instrumentos correctivos fue evaluada anteriormente, llegando a la conclusión que existen ventajas como inconvenientes para cada herramienta. En el Ecuador, existen regulaciones que se proponen eliminar las externalidades que perjudican la calidad ambiental.

2. La regulación ambiental

Según lo mencionado con anterioridad, la contaminación es una externalidad negativa que puede ser solucionada mediante soluciones privadas, soluciones de mercado, regulación directa u otros instrumentos. Para el DMQ y el Ecuador, la adopción de la legislación TULAS establece una serie de requisitos de calidad tanto del aire como del agua, que deben ser respetados para lograr una reducción de la contaminación. Es importante mencionar igualmente que la adopción de regulación para la calidad ambiental implicó la generación de un nivel de contaminación que no es socialmente óptimo. Es decir, los costos sociales de la contaminación no son tomados en cuenta por los agentes contaminantes.

En el Distrito las normas ambientales que se aplican para asegurar la calidad del aire y del agua provienen principalmente de los anexos del Libro VI del TULAS, que serán revisados a continuación.

2.1 Norma del aire

En el Ecuador existen dos normas que regulan la calidad del aire y las emisiones. Por una parte, existe la Norma de Emisiones de Aire Desde Fuentes Fijas de Combustión (Decreto Ejecutivo 3516, 2004), que rige sobre las “instalaciones que tiene[n] como finalidad desarrollar operaciones o procesos industriales, comerciales o de servicios, y que emite o puede emitir contaminantes al aire, debido a proceso de combustión, desde un lugar fijo o inamovible”. Esta norma es de aplicación obligatoria para todas las empresas que tienen *procesos de combustión* incorporados a su producción, para que se sujeten a los criterios de emisiones y así obtener un permiso de funcionamiento por parte de la Secretaría del Ambiente. Según este organismo municipal, para el año 2011 existen 1.302 empresas calificadas de alto impacto ambiental en el Distrito.

Otra norma importante es la Norma de Calidad del Aire Ambiente, que determina “los límites máximos permisibles de contaminantes en el aire ambiente a nivel de suelo, [así como] los métodos y procedimientos destinados a la determinación de las concentraciones de contaminantes en el aire ambiente”. Según estos principios, la Secretaría de Ambiente es la entidad que se encarga del monitoreo de la calidad del aire ambiente, que recibe todas las emisiones tanto de actividades empresariales como *actividades humanas*; esta institución se encarga igualmente de difundir la información recopilada en los informes anuales de calidad.

Adicionalmente, la Organización Mundial de la Salud establece principios de aplicación general para la calidad del aire en las ciudades. Estas normas son basadas en estudios hechos en ciudades a nivel mundial, con la finalidad de obtener una mejor comprensión y un mayor control sobre la contaminación y sus *efectos en la salud humana*. Las dos normas están relacionadas, ya que para el establecimiento de los estándares de calidad de la norma nacional se consideraron los límites encontrados en los estudios de la OMS. En la actualidad se encuentran vigentes las Guías de 2005.

Norma de Calidad del Aire Ambiente

En el Art. 1 de la Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental, se prohíbe “expeler hacia la atmosfera o descargar en ella, sin sujetarse a las correspondientes normas técnicas y

regulaciones, contaminantes que, a juicio de los Ministerios de Salud y del Ambiente, [...] puedan perjudicar la salud y vida humana, la flora, la fauna y los recursos o bienes del estado o de particulares o constituir una molestia”. Allí se define a la *contaminación del aire* como “la presencia de sustancias en la atmósfera, que resultan de actividades humanas o de procesos naturales, presentes en concentración suficiente, por un tiempo suficiente y bajo circunstancias tales que interfieren con el confort, la salud o el bienestar de los seres humanos o del ambiente” (Decreto Ejecutivo 3516: 2004,2).

Según la OMS (2005), los principales contaminantes del aire son:

- *Partículas sedimentables*: son partículas gruesas de tierra y polvo tóxicos en general de tamaño mayor a 10 μm ;
- *Material particulado PM_{10}* : material particulado suspendido menor a 10 μm , son partículas de material sólido o gotas líquidas suspendidas en el aire, que pueden presentarse como polvo, niebla, aerosoles, humo, hollín, etc.;
- *Material particulado $PM_{2.5}$* : material particulado menor a 2.5 μm , estos contaminantes provienen de procesos de combustión (industrias, generación termo eléctrica), incendios forestales y quemas, purificación y procesamiento de metales;
- *Dióxido de nitrógeno NO_2* : gas rojizo marrón, de olor fuerte y penetrante, que puede producir ácido nítrico, nitratos y compuestos orgánicos tóxicos; proviene de procesos de combustión (vehículos, plantas industriales, centrales térmicas, incineradores);
- *Dióxido de azufre SO_2* : gas incoloro de olor fuerte, importante precursor de sulfatos e importante componente de partículas respirables; proviene de procesos de combustión, centrales termoeléctricas, generadores eléctricos, procesos metalúrgicos, erupciones volcánicas y uso de fertilizantes;
- *Monóxido de carbono CO* : gas incoloro, inodoro, insípido y venenoso, que se genera en procesos de combustión incompleta cuya fuente principal son los vehículos a gasolina;
- *Ozono O_3* : gas incoloro, inodoro a concentraciones ambientales y componente principal del smog foto químico; no es emitido directamente a la atmósfera, se produce por reacciones fotoquímicas entre óxidos de nitrógeno y compuestos orgánicos volátiles, bajo influencia de la radiación solar.

Además, dentro de los contaminantes no convencionales con efectos tóxicos y/o cancerígenos se encuentran:

- *Benceno C_6H_6* : líquido incoloro y muy inflamable de aroma dulce, que se genera en incendios forestales, es un componente natural del petróleo crudo, gasolina, el humo de cigarrillo y otros materiales orgánicos que sean quemados;
- *Cadmio Cd* : es un metal de color plateado, que se genera en procesos industriales y desechos mineros; provoca efectos de envenenamiento agudo en caso de ingestión en agua o en alimentos;

- *Vapores de Mercurio inorgánico Hg*: es un metal pesado contaminante que se encuentra en los combustibles fósiles, como el carbón y el lignito, así como en productos químicos de laboratorio, baterías, amalgamas dentales, anteriormente también en algunos fungicidas y productos farmacéuticos.

A continuación se esbozan los límites permitidos por sustancia contaminante:

Tabla 3: Límites de contaminantes en el aire según la NCA

Sustancia	Tipo de exposición	Indicador	Unidad de medida	Límite
Partículas sedimentables	Prolongada	Media 30 días	mg/cm ²	1
PM ₁₀	Prolongada	Media anual	µg/m ³	50
	Breve	Media de 24 horas	µg/m ³	100
PM _{2.5}	Prolongada	Media anual	µg/m ³	15
	Breve	Media de 24 horas	µg/m ³	50
SO ₂	Prolongada	Media anual	µg/m ³	60
	Breve	Media de 24 horas	µg/m ³	125
	Breve	Media de 10 minutos	µg/m ³	500
O ₃	Breve	Media de 8 horas	µg/m ³	100
NO ₂	Prolongada	Media anual	µg/m ³	40
	Breve	Media de 1 hora	µg/m ³	200
CO	Prolongada	Media de 8 horas	µg/m ³	10000
	Breve	Media de 1 hora	µg/m ³	30000

Fuente: Congreso del Ecuador (2004) Norma de Calidad del Aire Ambiente

Elaboración: José María Cisneros Gallegos

La presencia de contaminantes no convencionales es detectada por los sistemas de monitoreo ambiental, pero no existe una norma concerniendo los límites máximos. La presencia en las más mínimas cantidades de estos gases en la atmósfera está prohibida por la Ley.

Guías de Calidad del Aire

La OMS formuló las primeras Guías de Calidad del Aire en 1987 y fueron posteriormente actualizadas en 1997 y 2005. Estos lineamientos tienen como objetivo “ofrecer orientación sobre la manera de reducir los efectos de la contaminación del aire en la salud” (OMS, 2005:7).

La OMS especifica que “la presencia de contaminantes puede variar de manera sustancial entre las ciudades de todo el mundo, tomando en cuenta la geografía, la meteorología y las fuentes específicas de contaminación” (OMS, 2005:12). Entonces, la fijación de las normas de calidad del aire debe tener como finalidad alcanzar las concentraciones *más bajas posibles*, tomando en cuenta las limitaciones y las especificaciones particulares de cada ciudad.

Los contaminantes normados según la GCA son PM₁₀; PM_{2.5}; O₃; NO₂; y, SO₂. Las normas de la OMS se presentan en el siguiente cuadro:

Tabla 4: Límites de contaminantes en el aire según la GCA

Sustancia	Tipo de exposición	Promedio	Unidad de medida	Límite
PM ₁₀	Prolongada	Media anual	µg/m ³	20
	Breve	Media de 24 horas	µg/m ³	50
PM _{2.5}	Prolongada	Media anual	µg/m ³	10
	Breve	Media de 24 horas	µg/m ³	25
SO ₂	Prolongada	Media de 24 horas	µg/m ³	20
	Breve	Media de 10 minutos	µg/m ³	500
O ₃	Breve	Media de 8 horas	µg/m ³	100
NO ₂	Prolongada	Media anual	µg/m ³	40
	Breve	Media de 1 hora	µg/m ³	200

Fuente: OMS (2005) Guías de Calidad Ambiental

Elaboración: José María Cisneros Gallegos

Además de los valores límites, la GCA define tres objetivos intermedios para los diferentes contaminantes. Estos objetivos posibilitan a los países una reducción de la contaminación sucesiva y sostenida en el tiempo, en los casos en que los cambios necesarios pueden darse con dificultad.

Tabla 5: Objetivos intermedios de la GCA

Sustancia	Tipo de exposición	Unidad de medida	Niveles altos	OI1	OI2	OI3	GCA
PM ₁₀	Breve	µg/m ³	-	150	100	75	50
	Prolongada	µg/m ³	-	70	50	30	20
PM _{2.5}	Breve	µg/m ³	-	75	50	37.5	25
	Prolongada	µg/m ³	-	35	25	15	10
SO ₂	Prolongada	µg/m ³	-	125	50	-	20
	Breve	µg/m ³	-	-	-	-	500
O ₃	Breve	µg/m ³	240	160	-	-	100

Fuente: OMS (2005) Guías de Calidad Ambiental

Elaboración: José María Cisneros Gallegos

2.2 Norma del agua

Agua para el uso humano

La Norma del Recurso Agua (Decreto Ejecutivo 3516, 2004) establece diferentes criterios de calidad según el tipo de agua, y los usos que son normados son:

- Aguas destinadas al consumo humano y uso doméstico, previo a su potabilización;
- Aguas para la preservación de flora y fauna;
- Aguas subterráneas;
- Aguas de uso agrícola o de riego;
- Aguas de uso pecuario;
- Aguas con fines recreativos;

- Aguas para uso estético;
- Aguas utilizadas para transporte; y,
- Aguas de uso industrial.

Para efectos de esta investigación, se tomará en consideración los límites de calidad para el agua destinada al consumo humano y doméstico. Dentro de este tipo de agua se encuentran límites de calidad según el *proceso*, es decir que se distingue el agua que únicamente requiere tratamiento convencional y el agua que requiere únicamente desinfección. Por una parte, la norma de calidad del agua para tratamiento convencional considera 70 criterios químicos, físicos, biológicos y organolépticos, entre los cuales se encuentra la presencia de productos para la desinfección, hidrocarburos aromáticos, pesticidas y herbicidas, compuestos halogenados y otras sustancias y criterios. Por otra parte, el agua para desinfección debe cumplir con 53 criterios químicos, físicos, biológicos y organolépticos.

Adicionalmente, la Norma INEN 1108:2011 dictamina los parámetros para evaluar la calidad del agua potable, una vez que ha sido tratada. Estos parámetros fueron clasificados por el Comité de Calidad del Agua de la EPMAPS en cuatro categorías, según el nivel de importancia relacionado con el efecto en la salud o con la aceptabilidad del usuario:

- Críticos: arsénico, cadmio, cianuros, cloro libre residual, cromo, mercurio, cloruro de vinilo, tricloroetano, tetracloroetano, benceno, 1-2 dibromoetano, coliformes fecales, cryptosporidium, giardia.
- Potencialmente significativos: artimonio, fluoruros, manganeso, níquel, nitratos, nitritos, plomo, 1-2 dicloroetano, tolueno, xileno, benzo[a]pireno, lindano, DDT y metabolitos, clordano, trihalometanos totales, bromodiclorometano, cloroformo.
- Organolépticos: color, turbiedad, olor, sabor.
- No significativos: bario, cobre, selenio, estireno, aldrin y dieldrin, clorpirifos, dimetoato, endrin, microcistina-LR.

El Reglamento Técnico Ecuatoriano INEN 023 Agua Potable dispone que se deben hacer *muestreos y análisis* que verifiquen la calidad del agua en varios puntos del proceso productivo. El muestreo se realiza a lo largo del año en tres puntos clave del consumo del agua por el Laboratorio Central de Control de Calidad de la EPMAPS. El primero es la evolución del agua en la entrada a las plantas de tratamiento; el segundo es en las salidas de las plantas, en los tanques y en la red de distribución; el tercero se define aleatoriamente.

Aguas residuales

El artículo 6 de la LPCCA prohíbe “descargar, sin sujetarse a las correspondientes normas técnicas y regulaciones, a las redes de alcantarillado, o en las quebradas, acequias, ríos, lagos naturales o artificiales, o en las aguas marítimas, así como infiltrar en terrenos, las aguas residuales que contengan contaminantes que sean nocivos a la salud humana, a la fauna, a la flora y a las propiedades”.

En el Anexo 1 del Libro VI del TULA se esboza la Norma de Calidad Ambiental y Descarga de Efluentes: Recurso Agua (Decreto Ejecutivo 3516, 2003). En este anexo se define a las *aguas residuales* como “las aguas de composición variada provenientes de las descargas de usos municipales, industriales, comerciales, de servicios agrícolas, pecuarios, domésticos, incluyendo fraccionamientos y en general de cualquier otro uso, que hayan sufrido degradación en su calidad original” (DE 3516, 2003:2).

Previo el tratamiento de las aguas residuales, es necesario realizar la *caracterización* de las mismas, que se define como el “proceso destinado al conocimiento integral de las características estadísticamente confiables del agua residual, integrado por la toma de muestras, medición de caudal e identificación de los componentes físico, químico, biológico y microbiológico” (DE 3516, 2003:3). Así, se pueden identificar las cargas contaminantes que revelan la “cantidad de un contaminante aportada en una descarga de aguas residuales, expresada en unidades de masa por unidad de tiempo” (DE 3516, 2003:3).

Las aguas residuales que tienen criterios de calidad establecidos en la Norma del Recurso Agua son:

- Descargas al sistema de alcantarillado; y,
- Descargas a cuerpos de agua receptores, sean de agua dulce o de agua marina.

Se indica que se “deberá mantener un registro de los efluentes generados, indicando el caudal del efluente, frecuencia de descarga, tratamiento aplicado a los efluentes, análisis de laboratorio y la disposición de los mismos, identificando el cuerpo receptor; [además que] es mandatorio que el caudal reportado [...] sea respaldado con datos de producción” (DE 3516, 2004:23). Previa la descarga, se deberá realizar una caracterización de las aguas residuales, y los contaminantes presentes no deben exceder los límites de la norma. La caracterización debe revelar el cumplimiento de criterios químicos, físicos y biológicos para la descarga en sistemas de alcantarillado público (45 criterios), cuerpos de agua dulce (50 criterios), y cuerpos de agua marina (34 criterios).

Queda prohibida igualmente “la descarga de efluentes hacia cuerpos de agua severamente contaminados, es decir aquellos [...] que presentan una capacidad de carga nula o cercana a cero” (DE 3516, 2004:32). En ese caso la autoridad ambiental debe decidir si se descarga en otro cuerpo de agua o se exige un tratamiento hasta que la carga contaminante sea menor o igual a 1,5 del Factor Indicativo de Contaminación¹⁷.

Tabla 6: Factores indicativos de contaminación de aguas residuales

Factor de contaminación Concentración presente / Valor de fondo	Grado de perturbación	Denominación
< 1,5	0	Cero o perturbación insignificante
1,5 - 3,0	1	Perturbación evidente
3,0 - 10,0	2	Perturbación severa
> 10,0	3	Perturbación muy severa

*Fuente: Congreso del Ecuador (2004) Norma del Recurso Agua
Elaboración: José María Cisneros Gallegos*

¹⁷ Los valores de fondo se identifican bajo muestreo estadístico de las áreas que no estén afectadas por la contaminación local.

3. Los mecanismos de control

Para el efectivo cumplimiento de las normas de calidad, es importante mantener un monitoreo permanente y preciso de la calidad del aire y del agua. En el DMQ existe un sistema completo para el control de la contaminación del aire. La calidad del agua para uso humano cumple con un sistema de monitoreo de calidad certificado, pero no se cuenta con uno para aguas residuales.

3.1 Aire

La Red Metropolitana de Monitoreo Atmosférico de Quito fue creada para la vigilancia de los niveles de contaminación atmosférica en el Distrito y la generación de información científica confiable para diversas aplicaciones. La REMMAQ fue operada desde su creación en 2003 hasta 2010 por la CORPAIRE para formar parte desde entonces de la Secretaría de Ambiente.

La REMMAQ permite la verificación del cumplimiento de la NCAA, el análisis de tendencias de los contaminantes y su comparación con las guías de la OMS, la generación de información para estudios epidemiológicos y de exposición, la efectividad de las políticas y acciones para la reducción de emisiones, la identificación oportuna de eventos críticos, el uso de modelos de simulación de transporte químico, y contar con una visión clara y completa de la contaminación en la ciudad (Díaz et al., 2011).

La Red se compone de seis subsistemas complementarios que registran la concentración de contaminantes en el aire, las principales variables meteorológicas y el ruido ambiental (este último desde 2011). La localización de las estaciones cumple con estándares de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA) y de la Organización Meteorológica Mundial (Díaz et. al, 2011:26).

- *Red Automática RAUTO*: Se compone de ocho estaciones fijas ubicadas en las instalaciones de las AZ y cuentan con analizadores automáticos de gases y de partículas. Los datos son captados y enviados automáticamente a la página web, que es actualizada cada dos horas. RAUTO cuenta con varios equipos que permiten el análisis eficiente de la calidad del aire, además de componentes para la presión y la temperatura atmosférica.
- *Red de Monitoreo Pasivo REMPA*: Opera en treinta y cinco zonas de alta densidad poblacional y de tráfico vehicular en el DMQ. Nueve puntos coinciden con ubicaciones de la RAUTO para verificar la certidumbre de los datos. La recolección de datos y el análisis químico se realiza en el Laboratorio Químico de la Secretaría del Ambiente.
- *Red de Depósito REDEP*: Funciona desde mayo 2005 y está conformado por treinta y cinco puntos de monitoreo que registran el sedimento de polvo atmosférico y los contaminantes especificados en la NCAA.
- *Red Activa de Material Particulado RAPAR*: Comprende nueve tomadores de muestras activos semiautomáticos de alto volumen para partículas PM10 y dos para PM2.5. El muestreo se realiza durante 24 horas cada seis días, mediante los métodos establecidos en la NCAA.

- *Red Meteorológica REMET*: Está compuesta por seis estaciones que coinciden con localizaciones de RAUTO. Cuentan con sensores de velocidad y dirección del viento, humedad relativa, radiación solar global, temperatura, presión atmosférica y precipitación. La REMET cuenta con estándares meteorológicos secundarios para mejorar la precisión de los datos.

3.2 Agua

El agua para uso humano cuenta con el Laboratorio Central de Control de Calidad del Agua de la EPMAPS. Este laboratorio es de alta calidad, y “cuenta con la más alta capacidad técnica que lo ubican como el mejor equipado del país, [...] reconocido por el Organismo de Acreditación Ecuatoriano (OAE), según los requisitos de ISO 17025.” (EPMAPS, 2013). Los muestreos y los resultados de la calidad del agua en los laboratorios de la EPMAPS son publicados a su vez para el acceso público.

En el DMQ, el agua utilizada no tiene ningún tipo de mecanismo de control que permita asegurar los niveles de contaminación. El control de calidad del agua tratada y distribuida se hace en 69% para el agua potable distribuida, 22% para el agua natural, 8% son estudios especiales y 1% de análisis se hacen en aguas residuales.

Si bien existen mecanismos implementados para los vertidos industriales en cada empresa, las aguas residuales de la ciudad y particularmente de los hogares no tienen ningún tipo de control. Dentro de los objetivos estratégicos para el año 2011 de la EPMAPS, los avances en cuanto a cobertura de intercepción y tratamiento de aguas residuales son nulos (EPMAPS, 2012).

4. La contaminación ambiental

Existe una contaminación permanente tanto del aire como del agua. A nivel de las empresas hay regulación, ya que sin los permisos de cumplimientos y licencias ambientales otorgadas por la Secretaría del Ambiente y el Ministerio del Ambiente, no se puede realizar actividades productivas. A nivel de los hogares no existe ningún mecanismo de control; a nivel municipal el resultado de una implementación parcial de la norma implica una generación de contaminación a niveles mayores de los permisibles.

4.1 Aire

Emisiones por tipo de fuente

Según el Instituto Nacional de Ecología de México, existen dos tipos de fuentes de contaminación del aire: las fuentes móviles y las fuentes fijas¹⁸. Las fuentes móviles pueden ser desplazadas. En este tipo se encuentra el tráfico vehicular, aéreo y marino que emita contaminantes al aire.

¹⁸ Instituto Nacional de Ecología de México. <http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/libros/396/tipos.html> [Consulta: 05/04/2013]

Las fuentes fijas pueden a su vez ser divididas en tres categorías. Primero, las fuentes puntuales derivan de actividades de generación termoeléctrica y actividades industriales. Las emisiones dependen de la eficiencia del proceso de combustión y la calidad de los combustibles. Segundo, las fuentes de área incluyen las emisiones inherentes a actividades y procesos. Principalmente las fuentes de área consideran el consumo de solventes y químicos, el uso de GLP, el recubrimiento de superficies, el tratamiento de aguas residuales, rellenos sanitarios, etc. Tercero, las fuentes naturales o biogénicas consideran la generación de emisiones de volcanes, océanos, vegetación, erosión eólica, actividad microbiana y animal.

En el Distrito, las emisiones de contaminantes para el año 2009 fueron: 95.189 t de CO, 1.363 t de SO₂, 17.551 t de NO₂, 961 t de PM₁₀, 697 t de PM_{2.5}, 12.911 t de COV, 386 t de NH₃. Las emisiones de gases de efecto invernadero ascendieron a 2'451.055 t de CO₂, 629 t de CH₄ y 192 t de N₂O.

Móviles

Las fuentes móviles generan 46% de los contaminantes atmosféricos totales y 49% de los gases a efecto invernadero; son responsables del 97% de CO emitido, 78% de N₂O y 66% de CO₂. Dentro de las fuentes móviles, el tráfico vehicular representa 98% de las emisiones y el tráfico aéreo constituye 2%. Los vehículos que generaron mayor cantidad de contaminantes atmosféricos son los vehículos pesados a diésel (30%), los automóviles particulares a gasolina (28%) y las camionetas a gasolina (15%). En cuanto a los gases de efecto invernadero, se obtiene que los automóviles particulares a gasolina emiten 37%, los vehículos pesados a diésel y las camionetas a gasolina generan 18% respectivamente.

Fijas

Las fuentes fijas emiten 30% de los gases contaminantes y 40% de los gases a efecto invernadero. Los gases CH₄ (96%), SO₂ (76%) y NO_x (34%) son los principales contaminantes de estas fuentes. Dentro de las fuentes fijas, las industrias termoeléctricas generan 79% del NO_x, 74% del CO y 53% del CH₃. Los procesos de combustión emiten 87% del N₂O, 73% del PM_{2.5} y 59% del CO₂ de las fuentes fijas. Los procesos industriales producen 99% del COV, 43% del PM₁₀ y 6% del NO_x de las emisiones de las fuentes fijas. Los rellenos sanitarios son responsables del 99% de las emisiones de CH₄ de las fuentes fijas.

De área

Las fuentes de contaminación de área generan 24% del total de gases contaminantes y 11% de los gases a efecto invernadero. Estas fuentes son responsables del 71% de NH₃, 56% de COV y 54% de PM₁₀ que se encuentran en las emisiones totales.

Considerando las emisiones del hogar (productos domésticos, misceláneos, cuidado personal, uso residencial de GLP, productos en aerosol, cuidado automotor, emisiones domésticas de NH₃ y disolvente comercial doméstico), se obtiene que los hogares son responsables del 100% de las emisiones de NH₃ y N₂O de las fuentes fijas, además del 98% del CO₂ y 95% del NO_x.

Las industrias (panaderías, imprentas, tintorerías, ladrilleras, canteras, florícolas, estaciones de servicio y almacenamiento y otros procesos) generan 30% del COV, 23% del PM₁₀ y 19% del CO de

las emisiones de fuentes de área. Las emisiones del tráfico (pintado de carrocerías, vías asfaltadas, no asfaltadas y pintura de tráfico) son responsables de 59% del PM₁₀, 49% del PM_{2.5} y 1% del COV de las emisiones de fuentes de área.

Los incendios forestales generan 74% de las emisiones de CH₄, 56% del CO y 56% del SO₂ de las fuentes fijas. Las fuentes biogénicas constituyen 29% del COV de las fuentes fijas. Otras fuentes de área tienen emisiones de 12% del PM₁₀, 10% del COV y 7% del PM_{2.5}.

Localización de las concentraciones atmosféricas

Esta sección tomará en cuenta el análisis hecho por Díaz et al. (2011) en el Informe Anual 2011 de Calidad del Aire.

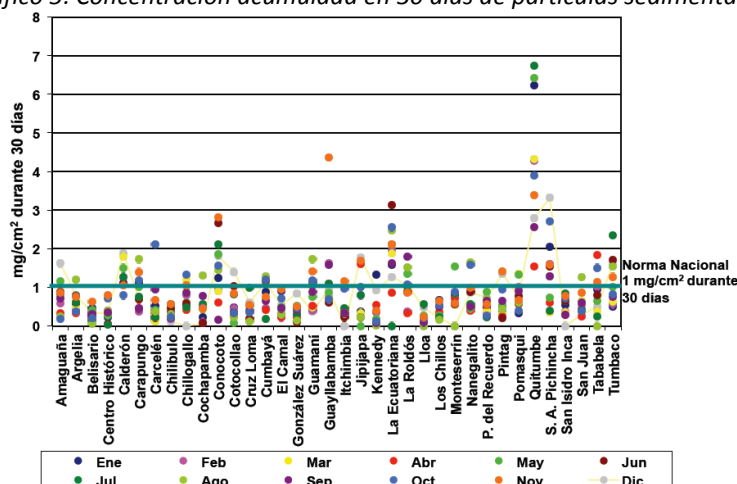
Partículas sedimentables

Las concentraciones de partículas sedimentables son medidas por 33 estaciones de la REMMAQ.

Considerando el promedio de 30 días, para el 2011, al menos una estación superaba la norma NCAA en todos los meses del año (media de 30 días, 1 mg/cm²). Los depósitos más altos fueron Quitumbe (10,75), Guayllabamba (4,37), San Antonio de Pichincha (3,32), La Ecuatoriana (3,13) y Conocoto (2,81). En Quitumbe, la norma fue excedida en 100% del tiempo monitoreado, seguido por la Ecuatoriana (83%) y San Antonio (66%).

Las fuentes principales de las partículas sedimentadas son la erosión eólica, el tráfico en vías sin pavimento, actividades de construcción, molienda y aplastamiento de rocas. En San Antonio y Guayllabamba, la presencia de explotación minera en la zona influye en la concentración de este contaminante, a lo que se suma el tráfico, el viento y la ausencia de lluvia. Al contrario, en Belisario, Centro Histórico, El Camal, González Suárez, Parques del Recuerdo, San Isidro del Inca no hubo excedencia de la norma. Estas áreas son pavimentadas y pobladas, sin dejar la posibilidad de terrenos baldíos o huertos urbanos. En Lloa y Cruz Loma tampoco se superó la NCAA, dado que son zonas de alta pluviosidad.

Gráfico 5: Concentración acumulada en 30 días de partículas sedimentables



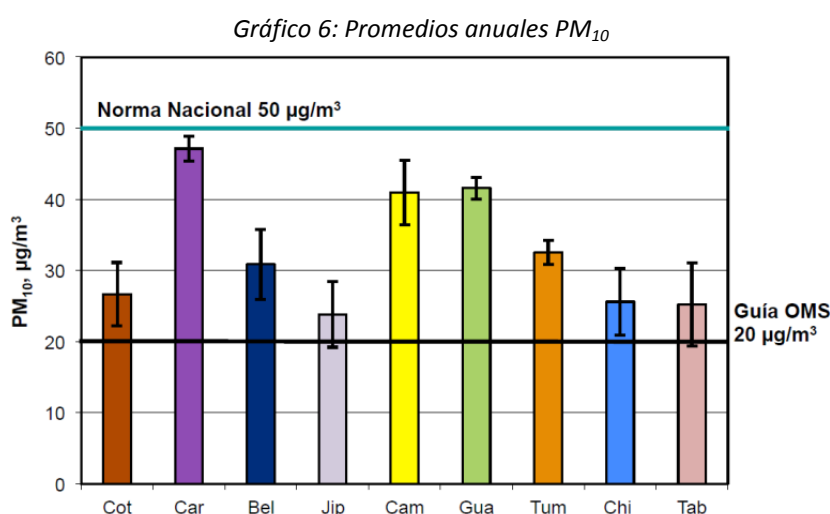
Fuente: Díaz et al. (2011) Informe Anual Calidad del Aire
Elaboración: Secretaría del Ambiente

PM₁₀

La presencia de PM₁₀ es medida en 9 estaciones automáticas y semiautomáticas.

La media de 24 horas no registró una excedencia de la NCAA, pero existieron días en los cuales la concentración excedió el límite establecido, como es el caso de Belisario (107,34 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Las medias anuales más elevadas se registraron en Carapungo (47,1), El Camal y Guamaní (42,8). Las estaciones con menor concentración son Jipijapa y Tababela (23,9), ambas presentan una concentración mayor al límite de la GCA.

Las emisiones de este contaminante se dan por la re suspensión de polvo (erosión eólica), desgaste de vías sin pavimento y en procesos de combustión de empresas y vehículos (OMS, 2005:12). En el norte de la ciudad es importante tener en cuenta el efecto del tráfico vehicular y la erosión del viento.



Fuente: Díaz et al. (2011) Informe Anual Calidad del Aire

Elaboración: Secretaría del Ambiente

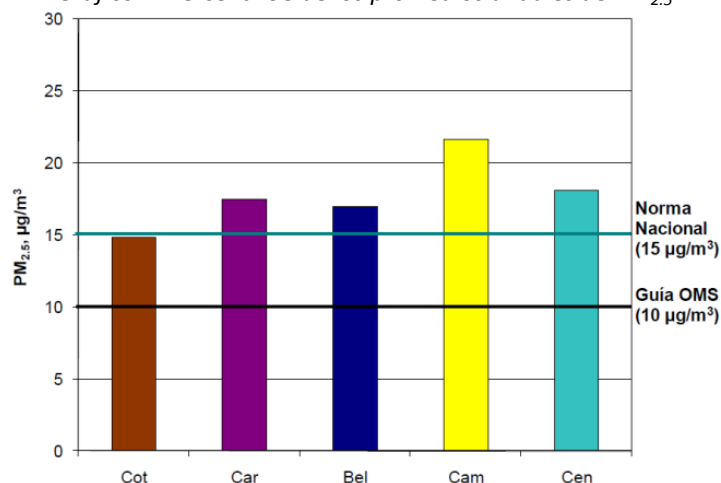
*Nota importante: las estaciones mencionadas son Cotocollao (Cot), Carapungo (Car), Belisario Quevedo (Bel), Jipijapa (Jip), El Camal (Cam), Guamaní (Gua), Tumbaco (Tum), Chillogallo (Chi) y Tababela (Tab).

PM_{2.5}

En las 5 estaciones de monitoreo de PM_{2.5} no se registraron valores por encima de la NCAA en las medias diarias, pero en cuatro estaciones (Carapungo, Belisario, El Camal, Centro Histórico) la norma GCA es superada. La concentración anual media de 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ es superada en todas las estaciones, a excepción de Cotocollao, en donde se registró la concentración más baja de 14,8. En El Camal se obtuvo la concentración más elevada con 21,6. En el transcurso del año, hubo 104 días en los que se superó la GCA y 1 día en los que rebasaron los límites de la NCAA.

La presencia de este contaminante aumenta con cualquier proceso de combustión de fósiles, especialmente con los motores a diésel, vehículos a gasolina, combustión en industrias y generación termoeléctrica. Además, la quema de biomasa mediante incendios forestales implica el aumento de las concentraciones de PM_{2.5}.

Gráfico 7: Percentil 98 de los promedios anuales de $PM_{2.5}$



Fuente: Díaz et al. (2011) Informe Anual Calidad del Aire

Elaboración: Secretaría del Ambiente

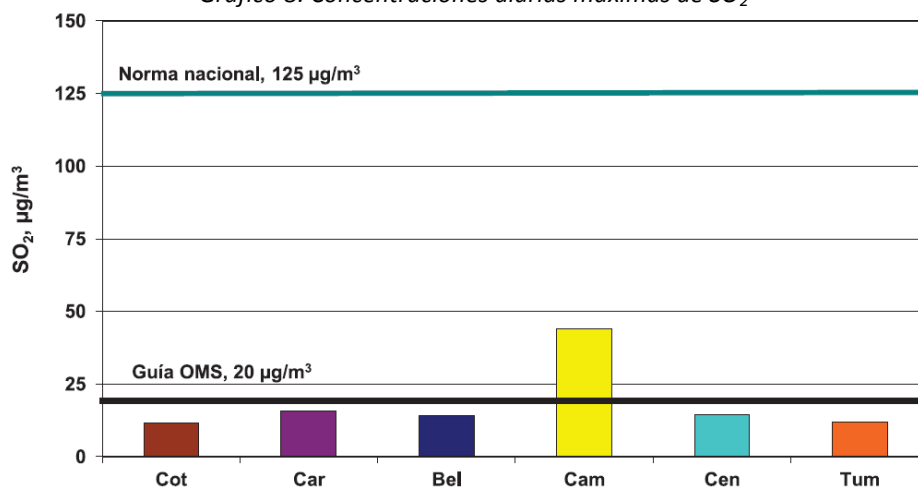
*Nota importante: las estaciones mencionadas son Cotacollao (Cot), Carapungo (Car), Belisario Quevedo (Bel), El Camal (Cam) y Centro Histórico (Cen).

SO₂

Las concentraciones diarias máximas de SO₂ son monitoreadas en 6 estaciones, de las cuales todas muestran valores muy por debajo de la NCAA. La estación de El Camal es la única que presenta una superación de la norma GCA, con 40,33 µg/m³. Al 2011, durante 19 días la norma GCA fue superada. Los promedios anuales no superaron la norma NCAA de 60 µg/m³, con los valores más elevados en Chillogallo, Chilibulo, Conocoto, Cumbayá, Itchimbia, Kennedy, Necochea y San Isidro del Inca (de 46 estaciones de monitoreo pasivo).

El SO₂ proviene de procesos de combustión, como centrales termoeléctricas, generadores eléctricos, procesos metalúrgicos, erupciones volcánicas y uso de fertilizantes. Las emisiones de SO₂ se deben a la oxidación del azufre que contienen los combustibles, tanto el diésel como la gasolina, en los vehículos. Las centrales termoeléctricas son otras fuentes importantes, además de los generadores eléctricos de los edificios.

Gráfico 8: Concentraciones diarias máximas de SO₂



Fuente: Díaz et al. (2011) Informe Anual Calidad del Aire

Elaboración: Secretaría del Ambiente

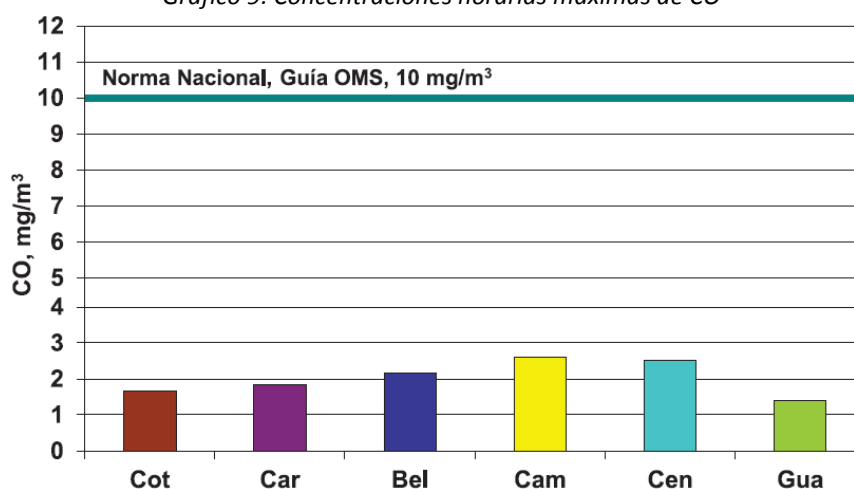
**Nota importante: las estaciones mencionadas son Cotocollao (Cot), Carapungo (Car), Belisario Quevedo (Bel), El Camal (Cam), Centro Histórico (Cen) y Tumbaco (Tum).*

CO

La presencia de CO es monitoreada en 6 estaciones. Durante el 2011 no existieron valores superiores a la GCA y a la NCAA en concentraciones de 1 hora (30 mg/m^3) y tampoco en las medias de 8 horas (10 mg/m^3). La estación de Carapungo arrojó la concentración media de 1 hora más elevada, con 6,11 y una concentración media de 8 horas de 2,5.

Las emisiones de CO se deben a procesos de combustión incompleta que pueden ocurrir al hacer reaccionar combustibles fósiles. Al no contar con suficiente oxígeno, la combustión en los motores de diésel y gasolina es parcial, impidiendo la oxidación en CO_2 .

Gráfico 9: Concentraciones horarias máximas de CO



Fuente: Díaz et al. (2011) Informe Anual Calidad del Aire

Elaboración: Secretaría del Ambiente

**Nota importante: las estaciones mencionadas son Cotocollao (Cot), Carapungo (Car), Belisario Quevedo (Bel), El Camal (Cam), Centro Histórico (Cen) y Guamaní (Gua).*

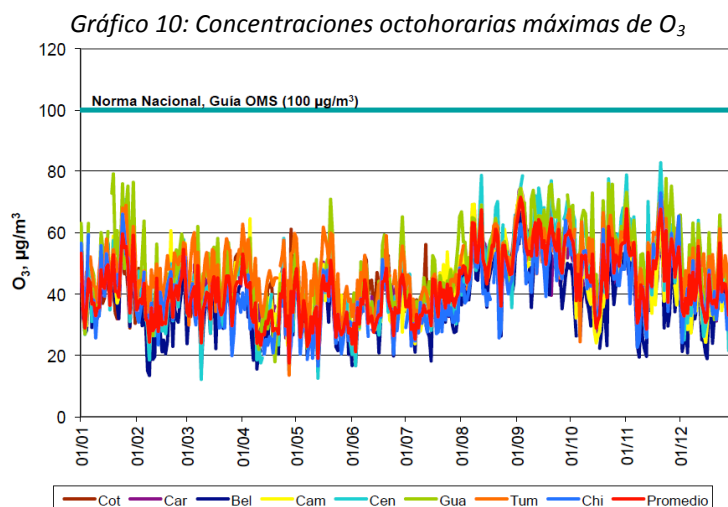
O₃

Las concentraciones de O₃ se miden en 8 estaciones de la REMMAQ.

Durante el 2011, no se registraron concentraciones mayores a lo establecido en la NCAA y en la GCA para las medias de 8 horas ($100 \text{ } \mu\text{g/m}^3$); las estaciones mostraron un valor similar de aproximadamente $75 \text{ } \mu\text{g/m}^3$. Los promedios anuales se mantuvieron igualmente por debajo de los límites, con concentraciones elevadas en Cruz Loma (31,89), Guamaní (29,11), San Isidro (27,78) y Tumbaco (26,73). La presencia de este contaminante en las estaciones mencionadas tiene que ver con la intensidad de la radiación solar y altura. Al 2011 no existieron días en los que se superaron las normas NCAA y GCA.

El O₃ no es emitido directamente a la atmosfera, se produce por reacciones fotoquímicas entre óxidos de nitrógeno y compuestos orgánicos volátiles, bajo influencia de la radiación solar. La mayor radiación solar es alcanzada en los días del equinoccio de otoño, cuando los rayos llegan a la superficie ecuatorial perpendicularmente y no existen nubes que bloqueen su infiltración en la

atmósfera. La radiación es mayor conforme aumentan los msnm, es por esto que en los meses de septiembre se encuentran las concentraciones más elevadas de O_3 .



Fuente: Díaz et al. (2011) Informe Anual Calidad del Aire

Elaboración: Secretaría del Ambiente

*Nota importante: las estaciones mencionadas son Cotacollao (Cot), Carapungo (Car), Belisario Quevedo (Bel), El Camal (Cam), Centro Histórico (Cen), Guamaní (Gua), Tumbaco (Tum) y Chillo Gallo (Chi).

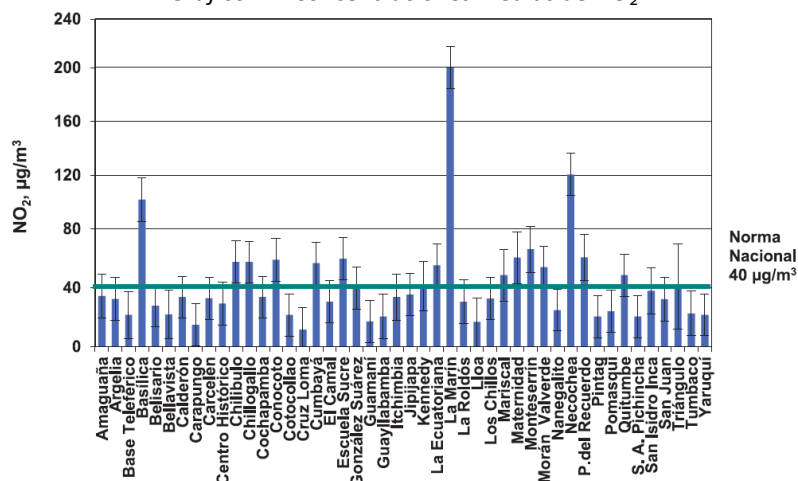
NO_2

La presencia de este gas contaminante es monitoreada en 33 estaciones de la REMMAQ.

Si bien las concentraciones anuales máximas de este contaminante no fueron superadas, la concentración media anual rebasó los límites de la NCAA y la GCA en algunos casos de manera crítica. El límite de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ fue superado en La Marín (199,2), Necochea (130,9) y Basílica (101,2). En Chilibulo, Chillo Gallo, Conocoto, Escuela Sucre, Maternidad y Monteserrín la norma fue también superada, con una concentración promedio de 61,3.

El NO_2 se genera en procesos de combustión como vehículos, plantas industriales, centrales térmicas e incineradores. Los NO_x contribuyen a la formación de aerosoles y PM. La falta de lluvia y el alto tráfico vehicular son factores contribuyentes para la presencia de este contaminante. Además, los incendios forestales generan un incremento de NO_2 . En el caso de las estaciones cercanas al Centro Histórico, la estrechez de las calles provoca un efecto túnel de los contaminantes.

Gráfico 11: Concentraciones medias de NO₂

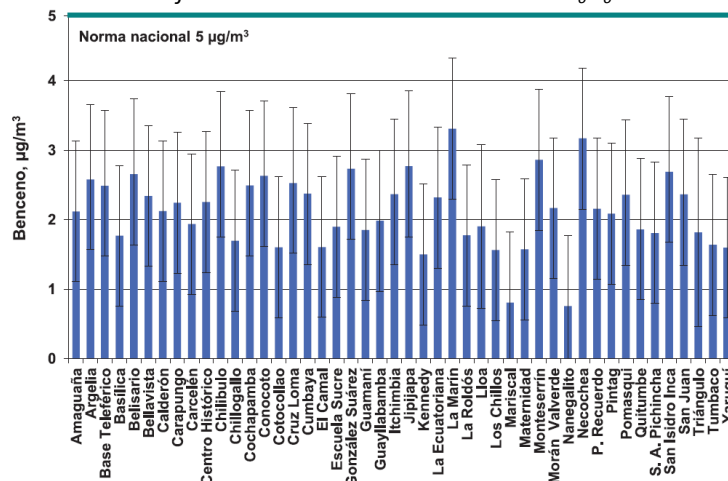


Fuente: Díaz et al. (2011) Informe Anual Calidad del Aire
Elaboración: Secretaría del Ambiente

Otros contaminantes

La NCAA establece un límite de 5 µg/m³ y las estaciones de la REMMAQ registraron un promedio anual de 2,98. Las estaciones con concentraciones más elevadas son La Marín (3,29) y Necococha (3,15). Este contaminante proviene principalmente de emisiones evaporativas y la combustión de gasolina. Según la Norma Ecuatoriana NTE INEN 935, el contenido máximo de benceno en las gasolinas extra y super debe ser menor a 1% y 2% respectivamente. El benceno se genera en incendios forestales, es un componente natural del petróleo crudo, gasolina, el humo de cigarrillo y otros materiales orgánicos que sean quemados.

Gráfico 12: Concentraciones medias de C₆H₆



Fuente: Díaz et al. (2011) Informe Anual Calidad del Aire
Elaboración: Secretaría del Ambiente

Dentro de los COV, el formaldehído tiene origen en el tráfico vehicular, el uso de pinturas con base orgánica, barnices, humo de tabaco y en su uso como desinfectante. Surge también de reacciones de contaminantes catalizados por la radiación UV. Otro COV importante es el acetaldehído, que se emite por fuentes de combustión y reacción de contaminantes con la luz solar. Estos dos contaminantes no son normados por la NCAA o por la GCA, por lo que la Secretaría del Ambiente

(2011) utilizó los niveles de exposición referencial definidos por la EPA como Chronic RLE. Para el formaldehído se tomó el límite de $9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y para el acetaldehído de $140 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Los niveles de exposición en las estaciones de la REMMAQ mostraron niveles inferiores a la referencia de la EPA.

4.2 Agua

Contaminación de aguas residuales

El sistema de alcantarillado de la ciudad finaliza en la descarga de aguas lluvia y aguas residuales en las quebradas y los ríos de la ciudad. En el Plan Maestro de Alcantarillado, la EPMAPS identifica cuatro quebradas que son los puntos de descarga del sistema de alcantarillado de la ciudad.

La cuenca del Río Machángara es la mayor de las cuencas de la ciudad de Quito y en ella se descargan los sectores centro, centro sur y sur de la ciudad, con las AZ Centro, Eloy Alfaro y Quitumbe. El área de aportación urbana es de 8.500 ha y el área natural se extiende en 5.500 ha. En las nuevas zonas de expansión de vivienda se cuenta con colectores en las vías principales, lo que permite ofrecer el servicio de alcantarillado a las nuevas viviendas.

La cuenca de la Quebrada Anglo French tiene áreas de aportación de las laderas del Pichincha, de los sectores bajos, de las colinas orientales de la ciudad y de 4 parroquias urbanas (Mariscal Sucre, Itchimbía, San Juan y Belisario Quevedo). En esta cuenca se sitúa el colector Anglo French, con un área de aportación de 850 ha (590 ha son sectores urbanos y 260 ha son áreas naturales). En este colector confluyen las aguas residuales de la quebrada de El Batán y de las laderas orientales de la ciudad, el punto de desfogue se encuentra a proximidad del barrio la Vicentina.

La cuenca de la Quebrada El Batán se encuentra en la jurisdicción de la AZ Norte Eugenio Espejo. Recibe aportaciones de las laderas del Pichincha, los sectores bajos y colinas orientales de la ciudad. Esta quebrada descarga en el río Machángara junto a la vía en el sector de Guápulo. Cuenta con el colector central de Iñaquito, el área de aportación urbana es de 3.300 ha y 1.800 ha de áreas naturales. Según la EPMAPS (2011:8) existe una “falta de capacidad hidráulica del colector Central de Iñaquito, evidenciada por los desbordamientos de agua desde los colectores e inundaciones en el sector bajo de la cuenca”.

Por último, la cuenca de la Quebrada de El Colegio recoge el agua del sector centro norte y norte de la ciudad, en las AZ La Delicia y Norte. Tiene áreas de aporte de 2.100 ha para la zona urbana y 1.560 ha de áreas naturales, y el punto de descarga se hace en el río Monjas que confluye posteriormente en el río Guayllabamba. Según la EPMAPS (2011:8), “debido a la falta de interceptores sanitarios, existen efectos ambientales negativos causados por la descarga de aguas residuales sin tratamiento provenientes de los sectores consolidados hacia el Río Monjas”.

El Plan de Descontaminación de Ríos contempla la construcción de un sistema para el tratamiento de las aguas residuales (Romero, 2010:11). Dentro del sistema se propone la creación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Vindobona, ubicada en San Antonio de Pichincha, capaz de mejorar la calidad del agua que en las fuentes receptoras. Esta planta recibiría el agua de la ciudad transportada a través de los Emisarios Tola – Vindobona y San Antonio – Vindobona, que atraviesan el DMQ en la parte norte del valle oriental. Propone también la construcción de estaciones de bombeo (Cumbayá y Conocoto) y líneas de impulsión así como PTAR dispersas en algunas parroquias

rurales (Guayllabamba, El Quinche y Checa, Tababela, Yaruquí, Pifo, Puembo, La Merced). En el río Monjas y en Calderón contempla la creación de líneas de intercepción. Se cuenta también con la construcción de la PTAR Sur de Quito (Turubamba y La Ecuatoriana). Todos estos proyectos de infraestructura de saneamiento tienen un horizonte de tiempo desde 2012 hasta 2018. La PTAR Vindobona tiene calculado un tiempo de 40 años de operación¹⁹.

Según Romero (2004:19) “el tratamiento y disposición apropiada de las aguas residuales supone el conocimiento de las características físicas, químicas y biológicas de dichas aguas; de su significado y de sus efectos principales sobre la fuente receptora”.

En vista de realizar un diagnóstico general de la calidad de los ríos de la ciudad de Quito, la unidad de Control de la Contaminación del Agua del Programa de Saneamiento Ambiental de la EPMAPS llevó a cabo la caracterización de las descargas de aguas residuales de la ciudad, en abril del 2008. Desde entonces, otros estudios menores han sido puestos en marcha por la misma Unidad, pero sus resultados son aún desconocidos.

La secuencia para el muestreo de las aguas residuales fue de 9 en 24 horas y 12 en 24 horas para el río Machángara. Las muestras fueron analizadas en el Laboratorio Central de Calidad y Control de la EPMAPS, tomando en cuenta los siguientes parámetros.

Parámetros de caracterización²⁰

El estudio de la EPMAPS hecho en 2008 se enfocó en el estudio de las siguientes características de las aguas residuales:

- Sulfatos;
- DBO (2 pruebas) y DQO;
- pH;
- Nitrógeno amoniacal (NH₃-N) y orgánico (NKT);
- Sólidos en suspensión;
- Detergentes;
- Aceites y grasas;
- Coliformes totales y E. coli.

Los sulfatos son sustancias que se requieren para la síntesis de proteínas y se liberan en su descomposición. En condiciones de bajo oxígeno (condiciones aerobias), es responsable de problemas de olor y corrosión de las tuberías de concreto y sistemas de alcantarillado.

¹⁹ EPMAPS. http://www.emaapg.gob.ec/index.php?option=com_content&view=category&id=27&Itemid=297 [Consulta: 05/04/2013]

²⁰ Romero (2004:27-71) hace una extensa explicación científica y técnica de múltiples parámetros determinantes en los estudios de las aguas residuales. Con el fin de esclarecer los procesos contaminantes del agua y al mismo tiempo mantener una visión sintética, se resume a continuación los aspectos más importantes.

La demanda bioquímica de oxígeno (DBO) es la cantidad de O_2 que requieren los microorganismos para oxidar la materia orgánica biodegradable en condiciones aerobias. La tasa de oxidación bioquímica de la materia orgánica es directamente proporcional a la cantidad de materia orgánica biodegradable presente (ley de Theriault). Así, las pruebas que se realizan involucran un cultivo de bacterias, en lo que influye el nivel de toxicidad del ambiente. En ambientes muy tóxicos las bacterias no pueden desarrollarse y ocurre una distorsión en los resultados de DBO. Después del cultivo deben pasar 5 días para medir los resultados de la prueba. En el estudio para Quito, se utilizaron dos soluciones para las pruebas de DBO, de concentración diferente para obtener dos niveles de toxicidad.

La demanda química de oxígeno (DQO) se usa para medir el oxígeno equivalente a la materia orgánica oxidable químicamente. La DQO es útil como parámetro de concentración orgánica en aguas residuales tóxicas a la vida biológica. Si bien se espera que la DBO y la DQO sean aproximadamente iguales, en la realidad existen factores químicos que impiden el cumplimiento de esta afirmación.

La acidez del agua se refiere a su capacidad de neutralizar una base fuerte a un pH normal de 8,2. La acidez nace de la disolución de CO_2 atmosférico, la oxidación biológica de la materia orgánica o en la descarga de aguas residuales industriales. El efecto de un agua sin la acidez normal es corrosivo y destructor de flora y fauna en las fuentes receptoras.

El nitrógeno es un compuesto esencial al crecimiento de las plantas y de seres unicelulares. El nitrógeno Kjeldhal total (NKT) es una medida que incluye el nitrógeno orgánico más el nitrógeno amoniacal. Se considera nitrógeno amoniacal todo el nitrógeno existente en solución como amoníaco o ion amonio, dependiendo del pH de la solución. La forma tóxica del nitrógeno amoniacal es la no ionizada (NH_3), la forma iónica (NH_4^+) no es tóxica. Los datos del nitrógeno son importantes al momento de evaluar la condición de las aguas residuales para tratamientos biológicos.

El contenido de sólidos de un agua afecta directamente a la cantidad de lodo que se produce en el sistema de tratamiento o disposición. Los sólidos volátiles son la fracción orgánica de los sólidos que se volatiliza en altas temperaturas; el resultado de la calcinación constituye a la proporción inorgánica o mineral de los sólidos.

La presencia de detergentes disminuye la tensión superficial del agua y favorece a la formación de espumas e inhiben la actividad biológica y disminuyen la solubilidad del oxígeno. Los detergentes son la principal fuente de fósforo en las aguas residuales, así como del aumento excesivo de nutrientes y plancton vegetal en los lagos (eutrofización).

Dentro de las grasas y aceites se consideran a los compuestos de carbono, hidrógeno y oxígeno que flotan en el agua residual, recubren las superficies con las cuales entran en contacto, generan un reflejo de distintos colores, e interfieren con la actividad biológica porque son difíciles de degradar. Los aceites de origen animal y vegetal son comúnmente biodegradables, mientras que los de origen mineral pueden no serlo y requieren de un tratamiento previo para su remoción. Los aceites y grasas dan problemas de mantenimiento importantes a las plantas de tratamiento de aguas residuales.

Por lo general, los organismos patógenos que pueden existir en las aguas residuales son pocos y difíciles de identificar, por lo que se utiliza a los coliformes como indicadores de la existencia de

organismos productores de enfermedad. Los coliformes son organismos aerobios, que fermentan la lactosa con producción de gas. Generalmente la especie *Escherichia* (E. coli) es representativa de la contaminación fecal, pero existen también coliformes de esta especie que crecen en el suelo.

El proceso de caracterización de las aguas residuales se llevó a cabo en tres etapas²¹. Primero, se recogió datos sobre los caudales medios horarios y diarios. Segundo, se estudió las concentraciones de los parámetros mencionados. Tercero, se hizo una validación estadística de los datos sobre caudal y concentración. La caracterización se realizó para los ríos Machángara, Monjas, San Pedro y Guayllabamba, arrojando los principales resultados que se recogen a continuación.

Focos de contaminación

Río Machángara

Se identificaron 5 descargas principales, ubicadas en los siguientes lugares: Río Machángara, Quito Sur en el sector de El Recreo: en este tramo el río funciona como colector por el número de descargas y colectores que se ubican aguas arriba; Descarga del colector Teodoro Gómez de la Torre; Interceptor de la Corporación Vida para Quito, que intercepta a 14 colectores aguas arriba y descarga en La Tola baja; Descarga del colector Anglo French; Descarga del colector Central Iñaquito en la quebrada de El Batán. Los muestreos arrojaron los siguientes resultados:

Tabla 7: Cargas promedio de contaminantes en las descargas al río Machángara

Parámetro	Unidad	Cargas contaminantes	Supera la norma?	Número de veces que supera la norma
DBO	kg/día	148.19	SI	1.80
DQO	kg/día	354.12	SI	1.72
pH	mol/día	7.46	-	-
NH ₃ -N	kg/día	16.30	-	-
NKT	kg/día	24.82	SI	2.01
Sólidos suspendidos totales	kg/día	313.59	SI	3.82
Sólidos suspendidos volátiles	kg/día	95.67	NO	-
Detergentes	kg/día	3.63	SI	3.63
Grasa y aceite	kg/día	15.40	SI	62.47
Sulfatos	kg/día	32.38	NO	-
Coliformes totales	#/día	28,080,000	-	-
E. Coli	#/día	10,212,000	-	-

Fuente: EPMAPS (2008) Plan de descontaminación de los ríos de Quito

Elaboración: José María Cisneros Gallegos

Los límites referenciales considerados fueron extraídos de la NRA, en los parámetros para las descargas a fuentes de agua dulce. Los límites de la NRA consideran mg/l, para lo que se tuvo que transformar los valores encontrados para hacer la comparación. El pH y NH₃-N no son normados, y para las cargas de Coliformes y E. Coli, la norma establece que se puede descargar, siempre que se haya eliminado 99,9% antes de la descarga. El caudal promedio es de 0,7101 l/s. En el río Machángara, las cargas de sólidos suspendidos volátiles y sulfatos no superan los límites de la NRA. Los demás contaminantes superan a la norma de manera muy superior. En promedio, la norma es superada en 13 veces, siendo las cargas de grasas y aceites las más importantes (63 veces).

²¹ EPMAPS (2008:27)

Río Monjas

Fueron identificadas 9 descargas y colectores principales: Colector El Colegio, que unifica a varias múltiples descargas tanto en el río Villorita como en la quebrada El Colegio; Descarga de El Peaje; Descarga de Pomasqui n°1; Descarga principal de San Antonio; Descarga de San Antonio, puente Piscinas; Descarga de San Antonio, la Internacional; Descarga de Carcelén alto, a nivel del Colegio Corazón de Jesús; Colector Carcelén bajo n°1; Colector Carcelén bajo n°2. Se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 8: Cargas promedio de contaminantes en las descargas a los ríos Monjas y Villorita

Parámetro	Unidad	Cargas contaminantes	Supera la norma?	Número de veces que supera la norma
DBO	kg/día	307.98	SI	38.78
DQO	kg/día	644.73	SI	32.47
pH	mol/día	7.34	-	-
NH3-N	kg/día	27.85	-	-
NKT	kg/día	43.39	SI	36.42
Sólidos suspendidos totales	kg/día	570.09	SI	71.77
Sólidos suspendidos volátiles	kg/día	246.07	SI	1.94
Detergentes	kg/día	21.21	SI	21.21
Grasa y aceite	kg/día	26.18	SI	1,098.66
Sulfatos	kg/día	44.73	NO	-
Coliformes totales	#/día	47,100,000	-	-
E. Coli	#/día	24,022,222	-	-

Fuente: EPMAFS (2008) Plan de descontaminación de los ríos de Quito

Elaboración: José María Cisneros Gallegos

El NH3-N representa 64% del nitrógeno orgánico generado, 43% de los sólidos suspendidos totales son sólidos volátiles, y 51% de los coliformes son E. coli. La carga de sulfatos es la única carga que no supera la norma. En el río Monjas, las cargas presentes superan a la norma en 186 veces, siendo la carga de grasas y aceites la más importante (1.099 veces). Es importante recalcar que el caudal promedio de este río es menor que el Machángara (0,0686 l/s), lo que significa que hay menos cantidad de agua disponible para la disolución de los contaminantes; el agua es más tóxica.

Río San Pedro y Guayllabamba

Se identificaron 7 descargas principales, que son: Descarga de Calderón, zona norte n°1; Descarga de Calderón, zona norte n° 2; Descarga en Zámiza; Descarga en Eloy Alfaro y Eucaliptos; Descarga en El Comité del Pueblo n°1; Descarga en El Comité del Pueblo n°2; Descarga de La Bola.

Tabla 9: Cargas promedio de contaminantes en las descargas a los ríos San Pedro y Guayllabamba

Parámetro	Unidad	Cargas contaminantes	Supera la norma?	Número de veces que supera la norma
DBO	kg/día	322.44	SI	58.30
DQO	kg/día	659.00	SI	47.66
pH	mol/día	7.43	-	-
NH3-N	kg/día	28.10	-	-
NKT	kg/día	51.96	SI	62.64
Sólidos suspendidos volátiles	kg/día	279.06	SI	3.15
Detergentes	kg/día	191.36	SI	191.36
Grasa y aceite	kg/día	6.14	SI	369.97
Sulfatos	kg/día	37.24	NO	-
Coliformes totales	#/día	46,985,714	-	-
E. Coli	#/día	29,671,429	-	-

Fuente: EPMAPS (2008) Plan de descontaminación de los ríos de Quito
Elaboración: José María Cisneros Gallegos

El nitrógeno amoniacal representa 54% del nitrógeno generado y los E. coli conforman 63% de la población de coliformes. La carga de sulfatos no supera la norma, pero los demás contaminantes muestran cargas muy superiores a la norma. Es así que para las grasas y aceites presentes muestran una superación de la norma de 370 veces; en promedio las cargas superan 122 veces. El caudal de este torrente es de 0,0478 l/s.

5. Salud ambiental

Según la OMS, alrededor de dos millones de personas mueren en el mundo a causa de riesgos medioambientales como son la contaminación²². Es importante considerar los efectos potenciales de los contaminantes presentes en el aire y en el agua, y así dilucidar las consecuencias reales de la polución. A continuación se esbozarán los efectos potenciales y reales de la contaminación ambiental en el Distrito.

5.1 Aire

Efectos identificados

La Guía de Calidad del Aire fue creada con la orientación de reducir la morbilidad y la mortalidad a causa de problemas de contaminación del aire. En la GCA se recogen los principales hallazgos en materia de salud pública respecto a los efectos de la presencia de contaminantes en el aire. En esta Guía se indica que “más del 40% de la carga mundial de morbilidad atribuida a factores de riesgo ambientales afecta a niños menores de cinco años, que únicamente representan alrededor de la población mundial” (OMS, 2005:5).

El PM tiene un efecto mayor que cualquier otro contaminante, debido que se componen de una mezcla de sulfatos, nitratos, amoníaco, cloruro sódico, carbón, polvo de minerales y agua. El PM _{2.5},

²² OMS. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs313/es/index.html> [Consulta: 05/04/2013]

al ser de menor tamaño, constituye un mayor peligro porque tiene la capacidad de obstaculizar el intercambio pulmonar de los gases a nivel de los bronquiolos.

Según la OMS (2005), la concentración de PM tal como se encuentra en centros urbanos a nivel mundial presenta una amenaza importante para la salud. Los efectos varían con el estado de salud y la edad, por lo que no se han identificado umbrales de concentración. Sin embargo, la exposición prolongada provoca un aumento del riesgo de enfermedades cardiovasculares y respiratorias. En el largo plazo, la inhalación de PM₁₀ desarrolla enfermedades crónicas, cáncer o muerte prematura. En ambientes cerrados, la contaminación derivada de procesos de combustión es un factor de riesgo de IRA para los niños pequeños y en los adultos aumenta la posibilidad de contraer EPOC y cáncer pulmonar. Se estima que en ciudades con elevados niveles de PM, la esperanza de vida es reducida en 8,6 meses que en ciudades de exposición menor. La mortalidad por niveles altos de contaminación varía entre 15% y 20% aún en las ciudades más limpias²³.

Para el O₃ tampoco se han identificado umbrales, pero se ha demostrado sus efectos nocivos en la salud. Los valores fijados para el O₃ según la GCA fueron reducidos, ya que demostró una relación directa entre el nivel anterior y la mortalidad diaria. El O₃ a nivel del suelo es uno de los principales componentes de la niebla tóxica, y proviene de reacciones fotoquímicas con otros contaminantes. Es por esto que la medición de O₃ debe tomar en cuenta también la emisión de los gases precursores (OMS, 2005:12). El exceso de O₃ puede causar problemas respiratorios, asma y enfermedades del pulmón. Algunos estudios recientes llevados en ciudades europeas han revelado que la mortalidad diaria por enfermedades cardíacas aumenta entre 0,3% y 0,4% con un aumento de 10 µg/m³ en la concentración de O₃.

En altas concentraciones de exposición breve, el NO₂ es un gas tóxico que genera una inflamación en las vías respiratorias. Es un componente principal del PM_{2.5} y del O₃ cuando se dan las condiciones propicias para su formación. En los niños asmáticos, se ha demostrado que las exposiciones prolongadas generan un aumento de los síntomas de bronquitis. En algunas ciudades europeas, el NO₂ provoca una disminución del desarrollo de la función pulmonar.

Para las concentraciones de SO₂, se debe tomar en cuenta “la incertidumbre sobre la causalidad del gas, la dificultad práctica para obtener niveles que estén ciertamente asociados con la ausencia de efectos y la necesidad de conseguir un grado de protección superior” (OMS, 2005:19). En presencia de SO₂, las personas con asma experimentan cambios en la función pulmonar y síntomas respiratorios después de 10 minutos de exposición. En altas concentraciones, la presencia de SO₂ ocasiona dificultad para respirar, conjuntivitis, irritación severa en vías respiratorias y en pulmones. Es causante de bronco constricción, bronquitis, traqueítis y bronco espasmos. Provoca el agravamiento de enfermedades respiratorias y cardiovasculares existentes y la muerte (OMS, 2005:20). La GCA ha reducido su nivel máximo de concentración, porque sus efectos peligrosos surgen a niveles de exposición menores a los establecidos. El SO₂ causa una inflamación del sistema respiratorio, llevando hasta la bronquitis crónica, además que aumenta la propensión a contraer IRA.

El CO genera hipoxia, que es un estado en el cual el cuerpo completo o una región del cuerpo se ve privado de suministro adecuado de oxígeno. La hipoxia puede afectar al corazón, el cerebro, así

²³ OMS. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs313/es/index.html> [Consulta: 05/04/2013]

como las plaquetas y los vasos sanguíneos. Está asociado con la disminución de la percepción visual, la capacidad de trabajo y destreza manual y la habilidad de aprendizaje (Díaz et al., 2011:16).

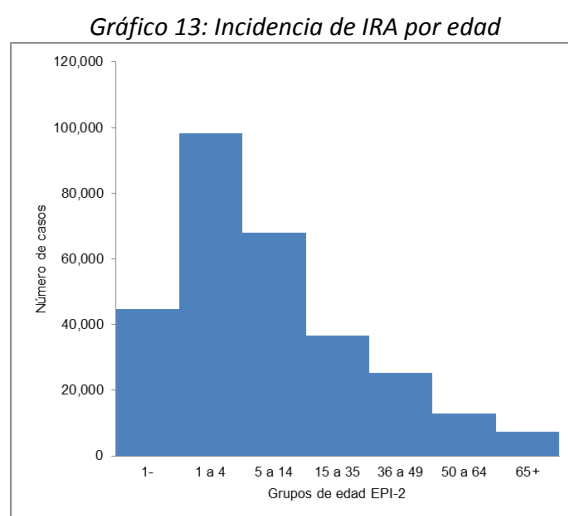
Respirar altos niveles de C_6H_6 causar la muerte, además de ser un reconocido cancerígeno. Niveles bajos generan somnolencia, mareo y taquicardia. La exposición de larga duración puede causar disminución en número de hematíes, lo que lleva a anemia. Puede producir hemorragias y daños en el sistema inmunitario.

El cadmio provoca envenenamiento agudo, sus principales síntomas son la presión arterial alta, daños en el riñón destrucción del tejido testicular y destrucción de glóbulos rojos (Manahan, 2006:148).

El mercurio causa depresión, irritabilidad, parálisis, ceguera, locura, ruptura de cromosomas y defectos de nacimiento, y la muerte (Manahan, 2006:149).

Efectos de la contaminación del aire en el DMQ

Según los datos de las notificaciones EPI-2 de la Dirección Provincial de Salud de Pichincha (DPS), 293.160 pacientes sufrieron algún tipo de IRA durante el 2011. En el DMQ, las IRA afectan principalmente a los niños, dado que 72% de la población afectada es menor de 15 años. Las personas entre 15 y 35 años representan 12,5% de los afectados y las personas mayores a 36 años son 15,6%. Del total de casos, 33,5% son niños y niñas entre 1 y 4 años de edad.



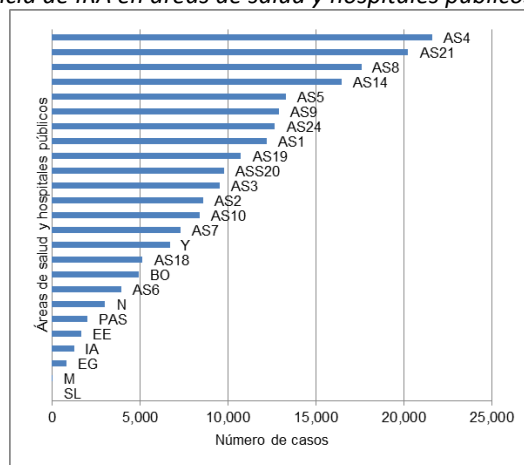
Fuente: DPS (2013) Formulario EPI-2
Elaboración: José María Cisneros Gallegos

Para estudiar los efectos de la contaminación en el DMQ se debe considerar la distribución espacial de las enfermedades. En el caso de las IRA, las áreas de mayor número de casos, tanto para la población afectada total como para la población afectada entre 0 y 14 años, son:

- AS4, que contiene a las parroquias Chimbacalle, La Ferroviaria y Puengasí;
- AS21, con las parroquias de Calderón, Atahualpa, Chavezpamba, Guayllabamba, Perucho, Puéllaro y San José de Minas;

- AS8, compuesta de Cotocollao, Calacalí, Carcelén, El Condado, Pomasqui, Ponceano, San Antonio.

Gráfico 14: Incidencia de IRA en áreas de salud y hospitales públicos, grupo 0 a 14 años

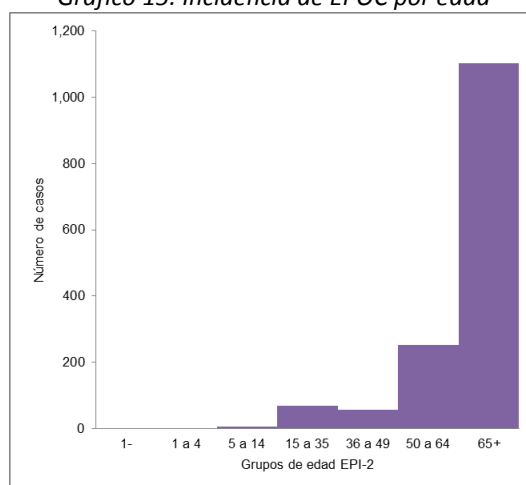


*Fuente: DPS (2013) Formulario EPI-2
Elaboración: José María Cisneros Gallegos*

Es necesario considerar también el peso que representa la enfermedad en el total de la población del área. Una incidencia elevada puede significar un elevado número de casos para una población reducida. Se obtiene entonces que en AS18, que contiene a Nanegalito, Gualea, Nanegal y Pacto, la incidencia es del 62% de la población total. En AS1, que contiene Centro Histórico y San Juan, la incidencia alcanza 39%.

Las EPOC son enfermedades crónicas que afectan principalmente a las personas mayores de 49 años (91,4% de los casos). Si bien las EPOC tienen como antecedente el tabaquismo, el nacimiento de la enfermedad puede ser atribuido a factores de contaminación. La concentración de contaminantes en las vías respiratorias puede llevar a complicaciones de las EPOC e incluso la muerte – estas enfermedades son la tercera causa de mortalidad en el DMQ –.

Gráfico 15: Incidencia de EPOC por edad



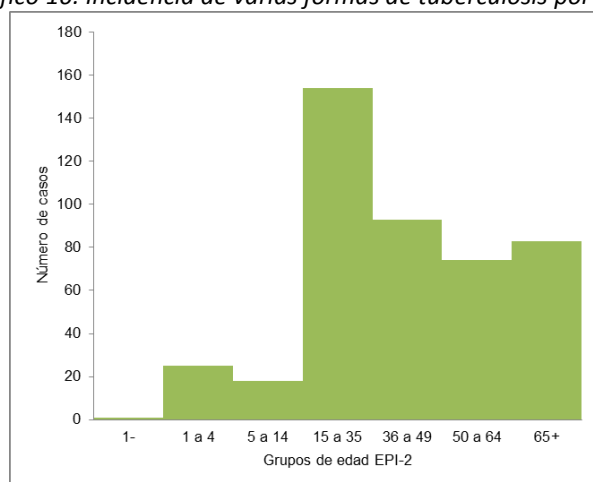
*Fuente: DPS (2013) Formulario EPI-2.
Elaboración: José María Cisneros Gallegos*

Dentro de los determinantes de la salud se encuentran también factores sociales y económicos.

Enfermedades que se creen que han desaparecido vuelven a presentarse en condiciones de pobreza e insalubridad, como es el caso de la tuberculosis. Como tal, esta enfermedad fue erradicada del país, sin embargo, en el año 2011 existieron 448 casos de pacientes que presentaron varias formas de tuberculosis. La tuberculosis es una enfermedad bacteriana que ataca principalmente a los pulmones y se transmite vía el aire, y constituye la segunda causa de mortalidad a nivel mundial²⁴.

La tuberculosis es una enfermedad recurrente en los pacientes adultos jóvenes. Las personas que tienen entre 15 y 35 años de edad representan 34,4%, seguido por las víctimas entre 36 y 49 años con 20,8%.

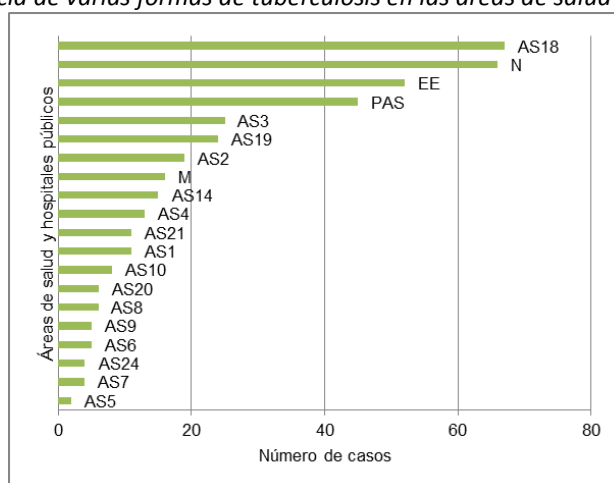
Gráfico 16: Incidencia de varias formas de tuberculosis por edad



*Fuente: DPS (2013) Formulario EPI-2
Elaboración: José María Cisneros Gallegos*

En el DMQ, los casos de tuberculosis en varias formas se presentan en la zona noroccidental. El AS18 Nanegalito y el hospital que ahí se localiza concentran 32,9% de los casos. En la ciudad, los hospitales Eugenio Espejo y Pablo Arturo Suárez reciben 24% de los casos.

Gráfico 17: Incidencia de varias formas de tuberculosis en las áreas de salud y hospitales públicos



*Fuente: DPS (2013) Formulario EPI-2
Elaboración: José María Cisneros Gallegos*

²⁴ OMS. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs104/es/> [Consulta : 05/04/2013]

5.2 Agua

La ingestión de aguas residuales puede ser mortal. Sus componentes afectan a la vida humana en varias maneras que son conocidas a la población. La cobertura del servicio de agua potable impide que las personas recojan agua de sitios contaminados, disminuyendo los riesgos en la salud de manera considerable.

Efectos identificados

Dentro de los contaminantes más importantes del agua, conviene señalar algunos elementos y compuestos peligrosos para la salud.

Según Burgos y Villacís (2012:3), la infección por ingestión de coliformes en el agua es la principal causante de EDA, principalmente en los niños menores de 5 años. Las coliformes tipo E. coli son transmisores importantes de enfermedades dentro y fuera del tracto intestinal, causando infecciones de gravedad variable según el estado de salud del receptor.

Según Romero (2004:26) el nitrógeno amoniacal no es tóxico para los humanos en las concentraciones naturales. Aunque el nitrógeno es uno de los elementos importantes para el ciclo del agua, su ingestión en grandes cantidades puede resultar peligrosa y tóxica.

La ingestión de aguas tóxicas puede estar al origen de varias enfermedades peligrosas. Es importante mencionar que la presencia de coliformes y bacterias, la mezcla de elementos tóxicos con elementos orgánicos provoca una alteración general del estado de salud, que puede provocar varias enfermedades simultáneas²⁵. Frecuentemente, las enfermedades que son recurrentes son la amebiasis, giardiasis, cólera, gastroenteritis, hepatitis y fiebre tifoidea.

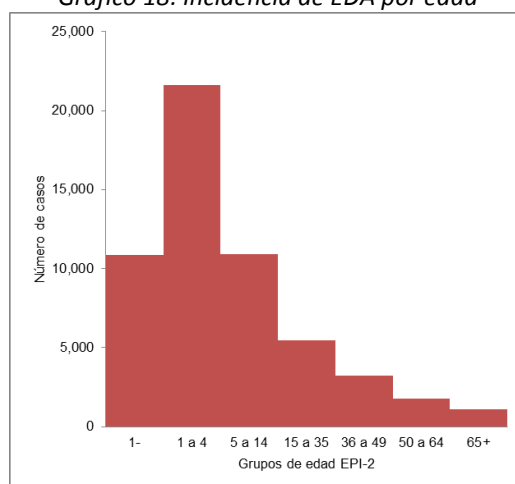
Efectos reales de la contaminación del agua

En el DMQ, las EDA constituyen la primera causa de morbilidad en la población. es importante recalcar que esta enfermedad puede ocurrir por varios motivos, lo que no nos permite afirmar una relación directa entre la presencia de aguas residuales cerca de las viviendas y el contagio con EDA.

Al analizar la incidencia de las EDA en los diferentes grupos de edad, se obtiene que los niños entre 1 y 4 años conforman 39,31% de los casos, seguido por los que tienen entre 5 y 14 años (19,9%) y los niños y niñas menores a 1 año (19,8%).

²⁵ OPS. <http://new.paho.org/per/images/stories/pyp/per37/15.pdf> [Consulta: 05/04/2013]

Gráfico 18: Incidencia de EDA por edad

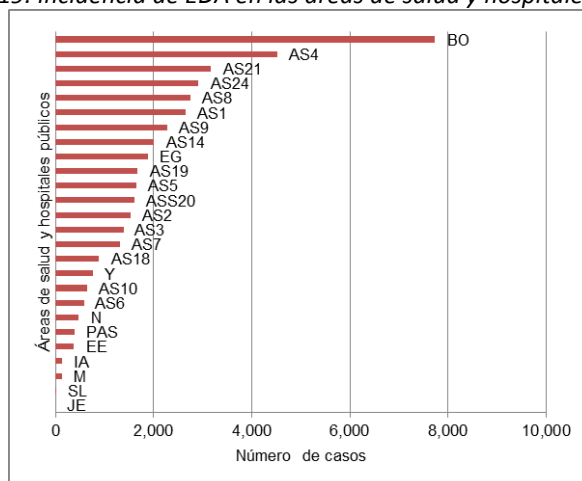


*Fuente: DPS (2013) Formulario EPI-2
Elaboración: José María Cisneros Gallegos*

Dado que la mayoría de los casos de EDA ocurren en los niños menores de 15 años, existe una concentración de casos para el hospital Baca Ortiz. Este hospital atiende únicamente a pacientes menores de 15 años, generando una concentración de 17,81% de los casos de EDA para la población infantil.

Existen dos AS que presentan una concentración mayor de casos de EDA en los niños. La primera es AS4 Chimbacalle, con 10,4% de los casos. Otra área de importancia es AS21, de Calderón, que concentra a 7,3%. Es importante notar que estas son las dos áreas más importantes en términos de concentración poblacional, reduciendo así la incidencia de la EDA infantil.

Gráfico 19: Incidencia de EDA en las áreas de salud y hospitales públicos



*Fuente: DPS (2013) Formulario EPI-2
Elaboración: José María Cisneros Gallegos*

Esta disertación se propuso una identificación de las relaciones de conservación o deterioro que tienen las actividades humanas en el medio ambiente. Entendidos desde una perspectiva económica, los daños a la calidad ambiental son costos externos que son asumidos por agentes no responsables de la contaminación. Esto se traduce en un problema real, en la medida que los ciudadanos no asumen la responsabilidad de sus acciones y de sus decisiones.

El cambio tan deseado en el comportamiento de las personas, las empresas y las autoridades es uno de los pilares que consolidan el desarrollo sustentable. Desafortunadamente, el sistema económico, social y político ha impedido que las personas tomen consciencia por sí mismas de los daños ambientales y de sus consecuencias.

Se abre entonces el espacio para que las autoridades públicas, sean municipales o nacionales, asuman un rol protagónico en la transición hacia la sostenibilidad urbana. Esta transición se traduce en cambios concretos, restricciones al consumo y a la producción, eliminación de patrones no sostenibles en todas las dimensiones de la vida económica. Evidentemente estos cambios son poco populares y tienen costos políticos elevados –para el Ecuador se materializan en la eliminación de los subsidios a los combustibles, por ejemplo, para un consumo racional de los mismos a un precio de mercado–.

Las organizaciones de la sociedad civil llevan a cabo un papel importante en la transición de modelos de producción y de consumo hacia patrones más sostenibles. Sin embargo, dada la coyuntura política actual, muchas de estas acciones han sido opacadas frente a un Estado que se califica como revolucionario. Es importante hacer un recuento, un reconocimiento y una difusión de las mejores prácticas que han permitido una transición a la sostenibilidad. Entonces la sociedad civil puede tener un rol más importante en el cambio social.

Todo cambio implica costos, pero es importante empezar a tomar consciencia de la necesidad de estos cambios. En la ciudad de Quito los ciudadanos deben estar más informados acerca de los efectos que produce salir en auto y descargar líquidos peligrosos en el sistema de alcantarillado. Esta información que ha sido recopilada tiene como finalidad la difusión de los datos ambientales.

Conclusiones

- El objetivo central de esta investigación fue estudiar la calidad del aire y del agua en Quito en el período 2010 a 2012.

Este análisis de la calidad ambiental revela un incumplimiento de la regulación ambiental.

Por una parte, la concentración de contaminantes en el aire varía en función del compuesto y de la localización. La contaminación del aire es baja para SO_2 , CO , O_3 , así como de los contaminantes peligrosos generados por la industria, lo que revela una acción de la Secretaría del Ambiente para controlar la actividad empresarial y hacer cumplir la ley. Existen concentraciones elevadas, como la generación de partículas sedimentables, que es un problema en el noreste (Guayllabamba, San Antonio de Pichincha) y en el sureste (Quitumbe, La Ecuatoriana y Conocoto) del Distrito. La presencia de material particulado PM_{10} es problemática en toda la ciudad, especialmente en Belisario, Carapungo, El Camal y Guamaní. Las concentraciones de $\text{PM}_{2.5}$ y NO_2 no superan los límites anuales, pero en algunas estaciones sí se superan los límites en las concentraciones medias. Estos contaminantes nacen del tráfico vehicular, la erosión eólica, el desgaste de las vías, actividades de construcción y minería, y procesos de combustión en empresas y hogares. La contaminación del aire revela entonces un cumplimiento incompleto de los estándares de la ley.

Por otra parte, el análisis de la calidad del agua reveló que el nivel de contaminación depende de la finalidad del agua y los mecanismos de control que están implementados. Así, si se considera el agua para consumo humano, el monitoreo en el LCCC de la EPMAPS revela una calidad elevada y no se registra inobservancias de las normas INEN y NRA. Al contrario, el agua residual no tiene mecanismos de control, lo que causa una concentración importante de contaminantes especialmente de aceites y detergentes. Los resultados ponen en evidencia que la inexistencia de mecanismos de control para la contaminación ambiental conlleva a una violación de lo establecido en los instrumentos regulatorios.

Entonces, la adopción de instrumentos regulatorios como mecanismos para el control de la contaminación tiene un efecto ambiguo en la preservación de la calidad ambiental del Distrito. La adopción de estándares para la calidad ambiental es una limitación para los agentes contaminadores, pero no considera ningún tipo de compensación o reconocimiento de los costos externos generados a la sociedad, lo que le torna en un mecanismo de control ineficiente. En el Distrito la ineficiencia de la regulación se ve reflejada en la persistente contaminación del aire y del agua, que debe ser mínima según los estándares establecidos en las normas.

1. El estudio de la calidad ambiental en Quito se construyó en base a la búsqueda de información sobre el funcionamiento económico, social y ambiental de la ciudad, lo que permitió responder a la primera pregunta específica.

Dentro de esta consolidación de datos, el desarrollo de los perfiles permitió esclarecer las dificultades en las que se encuentra la economía como ciencia para interpretar los fenómenos ambientales. Un buen entendimiento de los problemas del medio ambiente urbano requiere, por una parte, saber explicar los mecanismos económicos en los que se generan las externalidades. Por

otra parte, es importante mantener una visión multidisciplinaria para entender los equilibrios físicos, biológicos y naturales así como las consecuencias que absorben de las actividades humanas.

Para entender el desarrollo sustentable en el medio urbano de Quito es importante contar igualmente con información relevante para la construcción de los perfiles. Como se pudo notar en el desarrollo de los capítulos, las principales fuentes de información son públicas. Además, el requerimiento de información no se vio obstaculizado por procesos burocráticos mayores, aunque para acceder a una información de mayor precisión y detalle se tuvo que acudir a permisos especiales. La información existe en su mayoría actualizada y puede ser recopilada mediante una coordinación de las entidades municipales para la creación de un sistema de información para la sostenibilidad urbana de Quito.

2. El desarrollo de los perfiles permitió la identificación de los avances en el manejo sostenible de Quito, que constituye la respuesta a la segunda pregunta de la investigación.

En el Distrito, el desarrollo urbano sostenible no puede ser concebido sin tomar en cuenta el equilibrio económico, social y ecológico. Los tres sistemas no pueden ser entendidos independientemente porque las disparidades sociales que nacen de los desequilibrios económicos tienen consecuencias en el deterioro de la calidad ambiental.

El Municipio de Quito provee de una serie de servicios básicos de calidad para casi la totalidad de su población. La asignación presupuestaria municipal y la gestión de los recursos mediante las EPM ha permitido que una amplia mayoría de los habitantes – más del 80% - cuenten con los servicios de luz eléctrica, agua potable de calidad, recolección de basura, alcantarillado y transporte público. La oferta de servicios de salud y de educación se hace por parte de organismos públicos y privados, permitiendo un acceso universal a estos servicios básicos. La provisión de estos servicios constituye un avance hacia el desarrollo de la ciudad.

A pesar de las amenazas permanentes tanto antrópicas como ambientales – actividad volcánica, seísmos, inundaciones, sequías e incendios –, la gestión de riesgos cuenta con una serie de planes y programas para la prevención de los riesgos. La experiencia histórica de la ciudad en cuanto a estos riesgos es importante, por lo que se cuenta con la estructura institucional adecuada para la prevención y gestión de los riesgos.

El territorio del Distrito es naturalmente diverso, con numerosos climas y ecosistemas que permiten una abundante provisión de servicios ambientales. Estos ecosistemas son de vital importancia para la renovación de los ciclos del aire y del agua. Existen varias amenazas a su equilibrio, entre las cuales la expansión de la mancha urbana constituye la más significativa. Dentro de la planificación del uso del suelo, la creación de áreas no urbanizables, corredores ecológicos y áreas de protección constituye un freno a la expansión urbana, reconociendo la importancia de las áreas naturales en la sostenibilidad del Distrito.

3. De igual forma, el diagnóstico recogido en los perfiles sirvió para el reconocimiento de los problemas urgentes para la sostenibilidad de la ciudad, proveyendo una respuesta a la tercera pregunta específica.

Los hogares son importantes generadores de externalidades ambientales negativas, sin embargo, no son responsables del daño que causan. Principalmente, la existencia de subsidios y la producción

pública a tarifas reducidas impiden que el hogar asuma el costo externo de la contaminación de la que es responsable. El subsidio al agua potable es un incentivo al consumo, y aunque es concebido con la finalidad de permitir el acceso universal, está a la base de una demanda elevada. A nivel energético, la producción eléctrica y el consumo de GLP tienen subsidios, lo que genera una dependencia de los hogares a fuentes tradicionales de energía con la generación respectiva de CO₂. Por último, la recolección de basura es gratuita y la generación de desechos per cápita es elevada; a esto se suman factores culturales, pero la gratuidad y el bajo costo son factores importantes dentro de la contaminación ambiental generada por los hogares.

A nivel político, la sostenibilidad de la ciudad es un pilar importante para el desarrollo del Distrito. Al estudiar las asignaciones presupuestarias se encontró que, aunque exista un superávit en las arcas municipales, el medio ambiente urbano recibe una asignación relativamente baja. Existen varios proyectos y planes dentro de la planificación municipal que tienen como campo de acción la mejora de la calidad ambiental en la ciudad, sin embargo al no contar con una cantidad significativa de recursos, estas iniciativas no pueden llevarse a cabo y generar un cambio real.

El sector terciario es preponderante en la estructura económica, generando una porción importante de las ocupaciones. Si bien contribuye al dinamismo de la ciudad, los empleos de los servicios no requieren de un alto grado de calificación. La informalidad es una rama de ocupación significativa y el trabajo infantil es persistente. Por estas razones, se puede considerar que existen amenazas a la degradación del empleo, lo que constituye un obstáculo al desarrollo de la ciudad.

No existen los mecanismos necesarios que generen información confiable respecto a la contaminación acústica generada en los varios tipos del uso del suelo en el Distrito. No se puede contar entonces con un diagnóstico del ruido en la ciudad según los lineamientos de la ley. Esto impide realizar un reconocimiento de las consecuencias de la contaminación acústica en la calidad de vida de las personas. Al no generar información para la política se está impidiendo tomar las medidas de acción correctivas, lo que es un inconveniente importante para la sostenibilidad en Quito.

El tránsito vehicular es problemático. Existe una congestión permanente de las vías desde y hacia el hipercentro de la ciudad. Dado el ingreso de nuevos autos particulares, el parque vehicular está en constante crecimiento. A esto se suma los trabajos para la repotenciación de la red vial, impidiendo que los vehículos transiten fluidamente. Consecuentemente, el tránsito vehicular es la principal causa de la contaminación del aire. Si bien se ha invertido la mayoría de los recursos presupuestados a la mejora de la movilidad en el Distrito, aún quedan problemas a resolver para el transporte sostenible en la ciudad.

Existen inequidades persistentes entre la ciudad y las áreas rurales. En algunas parroquias al norte y al occidente del Distrito la pobreza tiene una incidencia elevada, que se ve reflejada en las malas condiciones de las viviendas y en el estado de salud de las personas. Así, en Nanegalito se da una alta influencia de la tuberculosis, que es una enfermedad propia de una calidad de vida inadecuada. La pobreza se ve acentuada con la inexistencia de una estructura productiva en dichas parroquias, en las que los servicios tienen un peso mayor a pesar de su potencial como áreas agrícolas. Consecuentemente, la población emigra de estas parroquias hacia la ciudad, generando un vaciamiento del campo y un empeoramiento de las condiciones de vida rural. Estas inequidades pesan negativamente en el manejo de la sostenibilidad del Distrito.

Recomendaciones

4. Por último, y respondiendo a la cuarta pregunta específica de la investigación, se plantean a continuación las recomendaciones de política urbana para una mejora de la calidad ambiental en la ciudad de Quito.

Se recomienda la incorporación de nuevos instrumentos que permitan la internalización de los costos generados por la contaminación; estos pueden servir como complementos a la norma ambiental vigente. El primer paso fundamental es un estudio de los impactos de la contaminación del aire y del agua en las actividades humanas de la ciudad, de manera que se pueda cuantificar un costo social de la contaminación y los agentes responsables de este costo. Este monto serviría de base para diseñar políticas urbanas eficientes.

Por una parte, la mejora del aire debe considerar restricciones más importantes para las empresas contaminantes. En Curitiba, la ciudad más sostenible de América Latina, se llevan a cabo auditorías ambientales a las empresas cada 4 años; en el caso que una empresa reciba dos informes negativos, la autoridad municipal está en la potestad de clausurar las instalaciones (Stelzner, 2010:51). En Quito la licencia ambiental es un primer requisito de las empresas para generar cualquier actividad, pero se debe reforzar la fiscalización de los impactos ambientales.

Estas medidas para la mejora del aire deben también ser implementadas para los agentes más contaminantes, que son los hogares, a través de una restricción al tráfico vehicular particular. En Santiago de Chile, existen zonas de la ciudad en donde se debe pagar una tarifa para poder circular en auto (Stelzner, 2010:93); en Quito se puede adoptar un mecanismo similar para la circulación en el Centro Histórico – con tarifas que permitan internalizar el costo social–, de manera que los fondos recaudados puedan servir para la conservación patrimonial y ambiental de esta zona tan importante para la ciudad. Se puede pensar igualmente en aumentar las horas de pico y placa, paralelamente con un control mayor y sanciones acorde al costo social de la contaminación y de la congestión vehicular. Paralelamente, la bicicleta como medio de transporte alternativo para las distancias cortas puede ser mejor promovida por el Municipio, que debe también afianzar el respeto y la seguridad entre los ciclistas, los conductores y los peatones. Todas estas medidas restrictivas están al origen del descontento de la población, para lo que es igualmente de importante generar campañas de educación vial y educación a la sostenibilidad urbana antes de implementar las nuevas medidas.

Un tercer agente contaminador del aire es el transporte público. Se debe transformar el transporte público en Quito, de manera que los consumidores vean como una alternativa viable al transporte privado. Ejemplos de sistemas de transporte público existen en ciudades como Santiago de Chile, Bogotá y Curitiba, en donde existen sistemas integrados de buses y el metro (Stelzner, 2010). Un primer paso es consolidar una empresa pública de transporte que reúna a todas las cooperativas en un solo marco institucional. Desde ahí se debe contemplar la renovación del parque automotor y la capacitación permanente a los conductores y al personal de servicios, de manera a generar un servicio eficiente de buena calidad.

Estas medidas de restricción del tráfico vehicular pueden ser financiadas mediante los mecanismos de desarrollo limpio (MDL) del Protocolo de Kyoto. El Ecuador forma parte de este protocolo, lo que puede ser aprovechado por la ciudad para obtener un financiamiento extraordinario. Los proyectos

MDL deben generar una reducción de las emisiones para obtener un certificado de reducción de emisiones, que son documentos transables en los mercados de carbono entre los países en vías de desarrollo y los países desarrollados que sean signatarios del Protocolo de Kyoto²⁶. Así, los proyectos MDL constituyen una fuente potencial de financiamiento para la sostenibilidad en Quito.

Por otra parte, la mejora del agua debe contemplar la división *ex ante* y *ex post* consumo humano. El agua para consumo debe ser producida a tarifas sin subsidios, de manera que el precio refleje por lo menos el equilibrio del mercado. Se puede diseñar un sistema de multas al desperdicio de agua, lo que requiere que todas las conexiones tengan medidores y se haga un seguimiento de los mismos. A este nivel es importante estudiar la viabilidad del nuevo sistema tarifario, ya que para que esta política sea eficiente económicamente los precios deben incluir los costos sociales del consumo del agua. Para las conexiones marginales se puede tomar en cuenta la experiencia de Porto Alegre (Stelzner, 2010:78), en donde los barrios nuevos sin legalizar recibían el servicio de agua potable a precios especiales para un consumo reducido, promoviendo el consumo responsable y la conservación. De esta manera, se debe apuntar no solamente a un consumo responsable sino también a la supresión de las conexiones ilegales.

Al 2010, Quito es una de las pocas ciudades en el continente que no realiza tratamiento de aguas residuales (Stelzner, 2010:86). Las plantas de tratamiento son costosas y en Quito se encuentran aún en fase de estudios. Una vez estimado el costo social de la contaminación de las fuentes de agua y los ríos de Quito, se deben diseñar mecanismos para designar estos costos a los agentes responsables. Basándose en la división del Distrito en las áreas de la EPMAPS, se puede asignar un impuesto a la contaminación del agua por zonas residenciales en función de las cargas contaminantes encontradas en las descargas del sistema de alcantarillado. Estos fondos contribuirían a la inversión en los sistemas de tratamiento.

Los vertidos industriales deben igualmente ser fiscalizados, ya que aunque se cuente con licencias ambientales, la contaminación del agua nace también de las industrias. La presencia de lodos, metales pesados y sólidos insolubles revela una contaminación industrial del agua de los ríos, que debe ser sancionada con multas y clausuras en caso de reincidir. El costo social debe ser entonces igualmente asumido por estos agentes.

Finalmente, la regulación ambiental especifica los mecanismos de monitoreo ambiental que tienen que ser diseñados e implementados para el control de la contaminación. Estos mecanismos son establecidos para el monitoreo de la calidad del aire, del agua y del suelo, por lo que para hacer cumplir la ley se debe invertir en el diseño y la puesta en marcha de estos instrumentos.

Estas son algunas recomendaciones para el saneamiento de la ciudad, tomando en cuenta que para resolver los problemas ambientales se debe considerar como objetivo final la sostenibilidad de la ciudad de Quito.

²⁶ UNFCCC. <http://cdm.unfccc.int/about/index.html> [Consulta: 13/06/2013]

Referencia bibliográfica

- Acosta, A. (2003) **Breve Historia Económica del Ecuador**. Ecuador: Corporación Editora Nacional.
- Acosta, A. (2009) **Derechos de la Naturaleza**. Ecuador: Abya-Yala.
- Agencia Nacional de Tránsito (2011) **Accidentes de tránsito a nivel provincial año 2011**. Quito: ANT.
- Agencia Nacional de Tránsito (2011) **Heridos por accidentes de tránsito a nivel provincial año 2011**. Quito: ANT.
- Agencia Nacional de Tránsito (2011) **Muertes por accidentes de tránsito a nivel provincial año 2011**. Quito: ANT.
- Agencia Nacional de Tránsito (2013) **Accidentes por causas probables a nivel nacional 2010 a febrero 2013**. Quito: ANT.
- Agencia Nacional de Tránsito (2013) **Tipología del accidente: año 2010 a febrero 2012**. Quito: ANT.
- Anderson, D., Sedjo, R. y Barone, N. (2007) **Environmental Economics Volume 1: The Essentials**. Washington D.C.: Environmental Literacy Council.
- Ayabaca, E. (1995) **Peligro por flujos de lodo e inundaciones en el Distrito Metropolitano de Quito**. Quito: EMAAP.
- Azqueta, D. (2007) **Introducción a la economía ambiental**. Estados Unidos: McGraw-Hill.
- Azqueta, D. (1994) **Valoración económica de la calidad ambiental**. Estados Unidos: McGraw-Hill.
- Baca, J. et al. (2013) **Inventario de Emisiones Atmosféricas del Distrito Metropolitano de Quito 2009**. Quito: Secretaría del Ambiente.
- Backhouse, R. (1991) **A History of Modern Economic Analysis**. Oxford: Basil Blackwell.
- Báez, R. (2010) **Antihistoria ecuatoriana**. Quito: Universidad Central del Ecuador.
- Bentham, J. (1780) **An Introduction to the Principles of Morals and Legislation**. Oxford: Clarendon Press.
- Boncoeur, J. y Thouément, H. (1994) **Historie des idées économiques. Tome 2 de Walras aux contemporains**. Paris : Nathan.
- Bontems, P., Rotillon, G. (2000) **Economía del Ambiente**. Ecuador: Abya-Yala.
- Brañes, R. (1991) **Aspectos institucionales y jurídicos del medio ambiente, incluida la participación de las organizaciones no gubernamentales en la gestión ambiental**. Estados Unidos: BID.
- Burgos, P. y Villacís, J. (2012) Incidencia de los factores que determinan la Enfermedad Diarreica Aguda (EDA) por Rotavirus, en la ciudad de Guayaquil. **Apuntes de Economía Aplicada**. 1(1). Ecuador.
- Burneo, C. (2007) **Contaminación ambiental por ruido y estrés en el Ecuador**. Ecuador: Systemgraphic.
- Bustos, F. (2007) **Manual de gestión y control ambiental**. Ecuador: RN.

- Cáceres, L., Armas, E. y Cáceres, N. (2011) ***Inventario de Emisiones de Gases del Efecto de Invernadero: Sector Energía. Años 2003 y 2007***. Quito: Secretaría del Ambiente.
- Cáceres, L., y Cáceres N. (2011) ***Inventario de Emisiones de Gases del Efecto de Invernadero en el Distrito Metropolitano de Quito. Año 2007***. Quito: Secretaría del Ambiente.
- Calero, C. (2008) ***Regulación No. CONELEC – 006/08. Aplicación del Mandato Constituyente No. 15***. Quito: CONELEC.
- Carrión, D. (1993) ***Servicios Urbanos y medio ambiente en América Latina***. Ecuador: ICAM.
- Carrión, F. (1986) ***El proceso de urbanización en el Ecuador (del siglo XVII al siglo XX). – Antología –***. Quito: Centro de Investigaciones Ciudad.
- Cerrutti, M. (2003) ***Urbanization and Internal Migration Patterns in Latin America***. Argentina: Centros de Estudios de Población.
- Chávez, R. et al. (2005) ***Plan del Manejo de la Calidad del Aire del Distrito Metropolitano de Quito Período 2005 – 2010***. Quito: Corporación para el Mejoramiento del Aire de Quito.
- Coase, R. (1960) The Problem of Social Cost. ***Journal of Law and Economics***. Estados Unidos.
- Comas, J. (1974) ***Cien años de Congresos Internacionales de Americanistas***. México: Universidad Autónoma de México.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (2000) ***De la urbanización acelerada a la consolidación de los asentamientos humanos en América Latina y el Caribe: el espacio regional***. Santiago de Chile: CEPAL.
- Common M., y Perrings C. (1992) Towards an Ecological Economics of Sustainability. ***Ecological Economics***. 6 (1). Estados Unidos.
- Comunidad Andina de Naciones (2008) ***Ética ambiental y política pública***. Perú: CAN.
- Cuerpo de Bomberos del Distrito Metropolitano de Quito (2012) ***Plan Operativo Anual***. Quito: CB – DMQ.
- Daly, H. (1991) ***Steady State Economics***. (2° ed.) Washington, D.C.: Island Press.
- Dávalos, P. (2010) ***Banco Mundial, neoliberalismo y Alianza País: la trama invisible***. Quito: Universidad Central del Ecuador.
- Dávila, S. (2012) ***Mapa de Centrales de Generación No Renovable***. Quito: CONELEC.
- Dávila, S. (2012) ***Mapa de Centrales de Generación Renovable***. Quito: CONELEC.
- Dávila, S. (2012) ***Mapa de Infraestructura Eléctrica EEQ***. Quito: CONELEC.
- Dávila, S. (2012) ***Mapa de Insolación Global Promedio***. Quito: CONELEC.
- Dávila, S. (2012) ***Mapa del Sistema Nacional de Generación, Transmisión y Distribución***. Quito: CONELEC.
- Demoraes, F. (2005) Movilidad, accesibilidad y riesgos en la ciudad de Quito. ***Balance de los estudios urbanos (1985 – 2005). La cooperación IRD – Municipio de Quito***. Ecuador.
- Díaz, V. et al. (2011) ***Informe Anual 2011 Calidad del Aire***. Quito: Secretaría del Ambiente.

- Dirección de Política Ambiental (2010) ***Parroquias Rurales y Urbanas del Distrito Metropolitano de Quito***. Quito: Secretaría de Ambiente.
- Dirección Metropolitana de Gestión de Información (2011) ***Mapa de División Política Administrativa (parroquias urbanas y rurales)***. Quito: MDMQ.
- Dirección Metropolitana de Territorio y Vivienda (2001) ***Plan General de Desarrollo Territorial***. Ecuador: Municipio del Distrito Metropolitano de Quito.
- Durning, A. (1992) How Much is Enough? The Consumer Society and the Future of Earth. ***Worldwatch Environmental Alert Series***. New York: W.W.Norton.
- Ellis, J. (2012) ***Guía metodológica Iniciativa Ciudades Emergentes y Sostenibles***. Banco Interamericano de Desarrollo.
- Empresa Eléctrica Quito (2012) ***Guía Estratégica EEQ 2011 – 2015***. Quito: EEQ.
- Empresa Eléctrica Quito (2012) ***Pliego Tarifario Vigente***. Quito: EEQ.
- Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento (2008) ***Plan de Descontaminación de los Ríos de Quito. Caracterización de las Descargas de Aguas Residuales de la Ciudad de Quito***. Quito: BID.
- Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento (2011) ***Informe de Gestión 2011***. Quito: EPMAPS.
- Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento (2011) ***Plan Maestro de Abastecimiento de Agua***. Quito: EPMAPS.
- Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento (2011) ***Plan Maestro de Alcantarillado***. Quito: EPMAPS.
- Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento (2013) ***Resumen de la calidad del agua en las redes de distribución del DMQ***. Quito: EPMAPS.
- Empresa Pública Metropolitana de Aseo (2011) ***Plan de Contenerización Cotacollao***. Quito: EMASEO.
- Empresa Pública Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas (2008) ***Plan Maestro de Movilidad para el Distrito Metropolitano de Quito 2009 – 2025***. Quito: MDMQ.
- Falconí, F. (2002) ***Economía y Desarrollo Sostenible ¿Matrimonio feliz o divorcio anunciado? El caso del Ecuador***. Quito: FLACSO.
- Fernández, M. (1996) ***Ciudad en Riesgo***. Quito: Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina.
- Fernández, M. (2011) ***Inventario de Emisiones de Gases del Efecto de Invernadero: Uso del Suelo, Cambio en el Uso y Silvicultura. Años 2003 y 2007***. Quito: Secretaría del Ambiente.}
- Fernández, R. (2013) ***Resumen Liquidación Presupuesto 2012***. Quito: MDMQ.
- Field, B. y Field, M (2003) ***Economía Ambiental***. México D.F.: McGraw-Hill.
- Galano, C. et al. (2002) ***Manifiesto por la vida por una ética para la sustentabilidad***. Bogotá: Simposio sobre Ética y Desarrollo Sustentable.

- Gallopín, G. (2003) ***Sostenibilidad y desarrollo Sostenible: un enfoque sistémico***. Santiago de Chile: CEPAL.
- Guijt, I. et al. (2001) ***Herramientas para la evaluación de la sostenibilidad***. Suiza: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza.
- Gudynas, E. (2004) ***Ecología, Economía y Ética del Desarrollo Sostenible***. Montevideo: CLAES.
- Hardin, G. (1968) The Tragedy of the Commons. ***Science***. (162). Estados Unidos.
- Harris, J. (2000) ***Basic Principles of Sustainable Development***. Medford: Tufts University.
- Harris, J. (2008) ***Ecological Macroeconomics: Consumption, Investment and Climate Change***. Medford: Tufts University.
- Harris, J. (2010) ***The Macroeconomics of Development without Throughput Growth***. Medford: Tufts University.
- Harris, J. (2013) ***Green Keynesianism: Beyond Standard Growth Paradigms***. Medford: Tufts University.
- Hartwick, J. (1977) Intergenerational Equity and the Investment of Rents from Exhaustible Resources. ***American Economic Review***. 66. Estados Unidos.
- Hicks, J. (1939) ***Value and Capital: An Inquiry into Some Fundamental Principles of Economic Theory***. (2° ed.) Oxford: Clarendon Press.
- Holling, C. (1994) ***An Ecologist View of the Malthusian Conflict***. Oxford: Oxford University Press.
- Holmberg, J. (1992) ***Making Development Sustainable***. Washington D.C.: Island Press.
- Hoornweg, D. y Bhada-Tata, P. (2012) ***What A Waste. A Global Review Of Solid Waste Management***. Washington D.C.: Banco Mundial.
- Hurtado, O. (1969) ***Dos mundos superpuestos, ensayo de diagnóstico de la realidad ecuatoriana***. Quito: INEDES.
- Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional (2009) ***Informe Anual Volcán Cayambe***. Quito: IG – EPN.
- Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional (2009) ***Informe Anual Volcán Cotopaxi***. Quito: IG – EPN.
- Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional (2009) ***Informe Anual Volcán Reventador***. Quito: IG – EPN.
- Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional (2010) ***Informe Anual Volcán Antisana***. Quito: IG – EPN.
- Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional (2010) ***Informe Anual Volcán Guagua Pichincha***. Quito: IG – EPN.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (2012) ***Clasificación Nacional de Actividades Económicas CIIU Rev. 4.0***. Quito: INEC.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (2012) ***Clasificación Nacional Central de Productos CCP Ver. 2.0***. Quito: INEC.

- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (2012) Glosario de Conceptos y Definiciones. **ENEMDU**. http://www.inec.gob.ec/estadisticas/index.php?option=com_content&view=article&id=278&Itemid=57&lang=es [Consulta: 13 de febrero del 2013]
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (2012) Pobreza por Ingresos. **Pobreza**. http://www.inec.gob.ec/estadisticas/?option=com_content&view=article&id=65&Itemid=35 [Consulta: 13 de febrero del 2013]
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (2008) **Climas del Ecuador**. Quito: INAMHI.
- Kahn, M. (2000) **The Environmental Impact of Suburbanization**. Hilton Head: Association for Public Policy Analysis and Management.
- Kramer, F. (2003) **Educación ambiental para el desarrollo sostenible**. Madrid: Los Libros de la Catarata.
- Krugman, P., Wells, R. (2006) **Introducción a la economía: microeconomía**. España: Reverte.
- La Dou, J. (1999) **Medicina laboral y ambiental**. México D.F.: Editorial El Manual Moderno.
- Larraín, F. y Sachs, J. (2002) **Macroeconomía en la economía global**. Estados Unidos: Pearson Education.
- Larrea C. et al. (2007) **Atlas Social para Quito Urbano**. Quito: UASB.
- Lattes, A. (2000) **Población urbana y urbanización en América Latina**. Quito: FLACSO.
- Luzuriaga, L. (2011) **Inventario de Emisiones de Gases del Efecto de Invernadero: Sector Desechos. Años 2003 y 2007**. Quito: Secretaría del Ambiente.
- Machado, A. (2011) **Inventario de Emisiones de Gases del Efecto de Invernadero: Procesos Industriales. Años 2003 y 2007**. Quito: Secretaría del Ambiente.
- Mancheno, D. y Rojas, D. (2013) Subcentros de empleo en el DMQ y la creación de centralidades en el Plan Metropolitano de Ordenamiento Territorial 2012 – 2022. **Revista Questiones Urbano Regionales**. 1(2). Quito.
- Mantilla, C. (2009) **Estrategia Quiteña al Cambio Climático**. Quito: Secretaría del Ambiente.
- Marcuse, P. (1998) Sustainability is not enough. **Environment and Urbanization**, 10 (2), Estados Unidos.
- Marglin, S. y Schor, J. (1991) **The Golden Age of Capitalism: Reinterpreting the Postwar Experience**. Oxford: Oxford University Press.
- Martínez Alier, J. (2001) **Economía Ecológica y Política Ambiental**. México D.F.: Fondo de Cultura Económica.
- McCann, P. (2001) **Urban and Regional Economics**. Oxford: Oxford University Press.
- Mena, A. (2008) **Las Nuevas Centralidades Urbanas del Distrito Metropolitano de Quito**. Quito: Centro Panamericano de Estudios e Investigaciones Geográficas.
- Mentefactura, Ecolex, SCL Econometrics (2007) **Ecuador Análisis Ambiental País Informe Final**. Quito: Banco Interamericano de Desarrollo.

- Metro de Madrid S.A. (2010) **Anexo N°2. Matriz de Mapas de Flujos de Atracción / Generación por Modos**. Quito: Metro de Madrid.
- Metzger, P. (2001) **Perfiles ambientales en Quito**. Ecuador: Municipio del Distrito Metropolitano de Quito.
- Ministerio de Salud del Perú (2012) Enfermedades Diarreicas Agudas. **Verano Saludable**. Perú.
- Moore, D. y Stechbart, M. (2011) **Huella Ecológica de Quito**. Quito: Secretaría del Ambiente.
- Morejón, R. et al. (2012) **Agenda Ambiental de Quito 2011 – 2016**. Quito: Secretaría del Ambiente.
- Municipio del Distrito Metropolitano de Quito (2008) **Atlas Ambiental del Distrito Metropolitano de Quito**. Quito: MDMQ.
- Municipio del Distrito Metropolitano de Quito (2008) **Barrios, urbanizaciones y asentamientos en el DMQ según administraciones zonales y parroquias**. Quito: MDMQ.
- Municipio del Distrito Metropolitano de Quito (2009) **Políticas y Estrategia del Patrimonio Natural del Distrito Metropolitano de Quito, 2009 – 2015**. Quito: Fondo Ambiental.
- Municipio del Distrito Metropolitano de Quito (2012) **Estudio de Impacto Ambiental de la Primera Línea del Metro de Quito**. Quito: MDMQ.
- Municipio del Distrito Metropolitano de Quito (2012) **Plan de Prevención y Respuesta. Temporada Lluvias en el DMQ**. Quito: MDMQ.
- Municipio del Distrito Metropolitano de Quito (2012) **Plan Metropolitano de Desarrollo 2012 – 2022**. Quito: Alcaldía de Quito.
- Muñoz, T. et al. (2009) **Memoria Técnica del Mapa Hidrogeológico del DMQ**. Quito: EPMAPS.
- Museo Ecuatoriano de Ciencias Naturales (2009) **Ecosistemas del Distrito Metropolitano de Quito**. Quito: Fondo Ambiental.
- Narváez, I. y Albornoz, P. (2011) **Perspectivas del ambiente y cambio climático en el medio urbano: ECCO Distrito Metropolitano de Quito**. Quito: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
- Nelson, J. A. (2011) **Ethics and the Economist: What Climate Change Demands of Us**. Medford: Tufts University.
- Newman, P. (2006) The environmental impact of cities. *Environment and Urbanization*, 10 (2). Estados Unidos.
- Noboa, P. (2010) **Informe General. Relleno Sanitario Ciudad de Quito**. Quito: Contraloría General del Estado.
- Norgaard, R. (1994) **Development Betrayed: The End of Progress and a Coevolutionary Revisioning of the Future**. New York: Routledge.
- Novillo, N. y Herrera, F. (2012) **Planes y programas en ejecución y ejecutados de la dependencia del Municipio del Distrito Metropolitano de Quito**. Quito: MDMQ.
- O’Sullivan, A. (2003) **Urban Economics**. (8° ed.) Boston: McGraw-Hill.

- Organización Mundial de la Salud (2006) **Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre. Actualización mundial 2005. Resumen de evaluación de los riesgos.** Ginebra: OMS.
- Padrón, J. y Chacín, M. (1996) **Investigación – Docencia, Temas para Seminario.** Caracas: Publicaciones del Decanato de Postgrado de la USR.
- Páez, C. et al. (2006) **Inventario de Emisiones del Distrito Metropolitano de Quito 2003.** Quito: Corporación para el Mejoramiento del Aire de Quito.
- Páez, C. et al. (2006) **Inventario de Emisiones del Distrito Metropolitano de Quito 2005.** Quito: Corporación para el Mejoramiento del Aire de Quito.
- Páez, C. et al. (2009) **Inventario de Emisiones Atmosféricas 2007.** Quito: Corporación Municipal para el Mejoramiento del Aire de Quito.
- Pareto, V. (1896) **Cours d'Économie Politique Professé à l'Université de Lausanne.** Lausanne: Droz.
- Pigou, A. (1918) **The Economics of Welfare.** Londres: Macmillan.
- Portais, M. (1987) **El Espacio Urbano en el Ecuador.** Quito: Instituto Panamericano de Geografía e Historia.
- Quiroga, R. (2010) **Indicadores ambientales y desarrollo sostenible: avances y perspectivas para América Latina y el Caribe.** Santiago de Chile: CEPAL.
- Real Academia Española (2013) Morbilidad. **Diccionario de la lengua española.** <http://lema.rae.es/drae/?val=morbilidad> [Consulta: 15 de febrero del 2013]
- Rico M., López R. y Jaimes F. (2001) **Daños a la Salud por Contaminación Atmosférica.** México D.F.: UAEM.
- Romero, J. (2010) **Adaptación Al Cambio Climático En Quito: Sector Agua y Saneamiento.** Quito: EPMAPS.
- Romero, J. (2010) **Tratamiento de Aguas Residuales. Teoría y Principios de Diseño.** Bogotá: Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería.
- Rostow, W. (1960) **The Stages of Economic Growth: A Non – Communist Manifesto.** Cambridge: Cambridge University Press.
- Schofield, P. (2006) **Utility and Democracy: The Political Thought of Jeremy Bentham.** Oxford: Oxford University Press.
- Schumpeter, J. (1946) The American Economy in the Interwar Period. The Decade of the Twenties. **The American Economic Review.** Estados Unidos.
- Secretaría de Territorio, Hábitat y Vivienda (2011) **Plan de Uso y Ocupación del Suelo. Mapa de Uso del Suelo Principal.** Quito: MDMQ.
- Sen, A. (1976) Poverty: An Ordinal Approach to Measurement. **Econometrica.** 44. Estados Unidos.
- Sen, A. (1996) Rationality, Joy and Freedom. **Critical Review.** 10 (4). Estados Unidos.
- Sen, A. (1999) **Development As Freedom.** Oxford: Oxford University Press.

- Sen, A. (2000) Keynote speech: A Decade of Human Development. *Journal of Human Development*. 1 (11) Oxford: Oxford University Press.
- Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador (2012) Déficit habitacional cuantitativo. **Fichas metodológicas.** <http://www.siise.gob.ec/siiseweb/siiseweb.html?sistema=1#> [Consulta: 16 de abril del 2013]
- Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador (2012) Déficit habitacional cualitativo. **Fichas metodológicas.** <http://www.siise.gob.ec/siiseweb/siiseweb.html?sistema=1#> [Consulta: 16 de abril del 2013]
- Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador (2012) Índice de Sen. **Fichas metodológicas.** <http://www.siise.gob.ec/siiseweb/siiseweb.html?sistema=1#> [Consulta: 16 de abril del 2013]
- Sistema Nacional de Información (2012) **Mapa de Amenazas para el Distrito Metropolitano de Quito.** Quito: SNI.
- Sistema Nacional de Información (2012) **Mapa de Uso del Suelo del Distrito Metropolitano de Quito.** Quito: SNI.
- Sistema Nacional de Información (2012) **Mapa Vial del Distrito Metropolitano de Quito.** Quito: SNI.
- Solow, R. (1986) On the Intertemporal Allocation of Natural Resources. *Scandinavian Journal of Economics*. 88. Suecia.
- Stelzner, K. (2010) **Latin American Green City Index.** Munich: Siemens.
- Stiglitz, J. (2000) **La economía del sector público.** (3ª ed.) España: Antoni Bosch.
- Streeten, P. et al. (1981) **First Things First: Meeting Basic Human Needs in the Developing Countries.** Oxford: Oxford University Press.
- Susuki, H. et al. (2010) **Eco2Cities. Ecological Cities as Economic Cities.** Estados Unidos: Banco Mundial.
- United Nations Development Program (2011) **Human Development Report 2011.** Washington D.C.: United Nations Secretariat.
- United Nations Human Settlement Program (2001) **Sustainable Cities Programme 1990 to 2000.** Nairobi: UNHSP.
- Van Haeften, R. (2010) **Urbanization in Latin America and the Caribbean: trends and challenges.** Estados Unidos: USAID.
- Vargas, J. (2011) **Inventario de Emisiones de Gases del Efecto de Invernadero: Inventario Agrícola. Años 2003 y 2007.** Quito: Secretaría del Ambiente.
- Vigezzi, M. (2008) **Principes d'Économie Générale.** Grenoble : Université Pierre Mendès – France.
- Vigezzi, M. y Masson, J. (2008) **Principes de Gestion.** Grenoble : Université Pierre Mendès – France.
- Von Einsedel, N. (2000) **Rapid Urban Environmental Assessment: The Urban Management Program Approach.** New York: UNEP.
- World Economic Forum (2011) **Summary Report Of The Sustainability Summit.** Suiza: WEF.

- World Health Organization (2012) Chronic obstructive pulmonary disease. ***Chronic respiratory diseases***. <http://www.who.int/respiratory/copd/en/> [Consulta: 15 de abril del 2013]
- Zambrano – Barragán, C. et al. (2012) ***Plan de Acción Climático de Quito 2012 – 2016***. Quito: Secretaría del Ambiente.
- Zarsky, L. (2010) ***Climate – Resilient Industrial Development Paths: Design Principles and Alternative Models***. Medford: Tufts University.